

PROYECTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE ESTACIONES SOLARES EN ZONAS
RURALES NO INTERCONECTADAS

IVÁN DARÍO GUTIÉRREZ SERRANO

HENRY CASTIBLANCO GÓMEZ

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA

PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS

BOGOTÁ D.C

2018

PROYECTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE ESTACIONES SOLARES EN ZONAS
RURALES NO INTERCONECTADAS

IVÁN DARÍO GUTIÉRREZ SERRANO

HENRY CASTIBLANCO GÓMEZ

Trabajo de grado para obtener el título de Especialista en Gerencia de Proyectos

Director

Édgar Velasco

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA

PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS

BOGOTÁ D.C

2018

Contenido

1.	FORMULACIÓN	8
1.1	Organización	8
1.1.1	Descripción general	8
1.1.2	Direccionamiento Estratégico.....	9
1.2	Finalidad e impacto del proyecto.	14
1.2.1	Problema o necesidad.	15
1.2.2	Objetivos.....	19
1.2.3	Alternativas de solución	21
1.2.4	Planteamiento inicial del proyecto	23
1.3	Marco metodológico para realizar el trabajo de grado.....	24
1.3.1	Carácter investigativo	24
1.3.2	Herramientas para la recolección de información	24
1.3.3	Fuentes de información.	24
1.3.4	Supuestos y restricciones para el desarrollo del trabajo de grado.	25
2.	ESTUDIOS Y EVALUACIONES	27
2.1	Estudio de mercado	27
2.1.1	Población	27
2.1.2	Dimensionamiento demanda	30

2.1.3	Dimensionamiento de la oferta.....	36
2.1.4	Competencia – Precios	37
2.1.5	Punto de equilibrio oferta – Demanda	39
2.2	Estudio Técnico.....	40
2.2.1	Diseño conceptual del producto	40
2.3	Estudio económico – Financiero	56
2.3.1	Estimación de costos de inversión del proyecto	56
2.3.2	Estimación de los costos de aprovechamiento del proyecto.....	72
2.3.3	Evaluación financiera del proyecto	74
2.4	Estudio social y ambiental.....	77
2.4.1	Análisis del ciclo de vida del producto.....	78
2.4.2	Definición de flujo de entradas y salidas	78
2.4.3	Descripción y categorización de impactos ambientales	81
2.4.4	Cálculo de huella de carbono.....	83
2.4.5	Estrategias de mitigación de impacto ambiental	83
2.4.6	Análisis de sostenibilidad usando los criterios de la matriz P5 del PGM	84
3.	INICIO Y PLANEACIÓN DEL PROYECTO	85
3.1	Inicio del proyecto.....	85
3.1.1	<i>Project Charter</i>	85
3.2	Planeación del proyecto	85

3.2.1	Plan del proyecto.	86
3.2.2	Plan de involucrados.....	107
3.2.3	Plan de alcance.	117
3.2.4	Plan de gestión de la programación.	140
3.2.5	Plan de gestión del costo.	155
3.2.6	Plan de gestión de calidad.	162
3.2.7	Plan de gestión de recursos.....	183
3.2.8	Plan de gestión de las comunicaciones.....	200
3.2.9	Plan de gestión de riesgos.....	201
3.2.10	Plan de gestión de adquisiciones.	217
3.2.11	Plan de sostenibilidad.	229
3.2.12	Plan de HSE.....	235
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	237
5.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	238

Listado de tablas

Tabla 1. Censo de pobladores vereda La Parada - Sector La Colorada.....	30
Tabla 2. Análisis de datos pregunta No 1, Encuesta.	31
Tabla 3. Análisis de datos pregunta No.2, Encuesta	31
Tabla 4. Análisis de datos pregunta No.3, Encuesta	32
Tabla 5. Análisis de datos pregunta No.4, Encuesta	33
Tabla 6. Análisis de datos pregunta No.5, Encuesta	34
Tabla 7. Análisis de datos pregunta No.6, Encuesta	35
Tabla 8. Análisis de datos pregunta No.7, Encuesta	35
Tabla 9. Proyectos de energía renovable certificados	38
Tabla 10. Consumo diario por vivienda	47
Tabla 11. Ficha técnica paneles 250 W	48
Tabla 12. Ficha técnica baterías 12V-40Ah	50
Tabla 13. Ficha técnica regulador de carga	51
Tabla 14. Especificaciones técnicas inversor 1,0 kW	53
Tabla 15. Cantidad y precios de equipos requeridos por estación solar.....	53
Tabla 16. Distribución de costos por paquete de trabajo.....	60
Tabla 17. Análisis cuantitativo de riesgos	69
Tabla 18. Presupuesto del proyecto en decimas de millón.....	71
Tabla 19. Costos de administración, operación y mantenimiento	72
Tabla 20. Fuentes de financiación	73
Tabla 21. Flujo de caja de la inversión.....	74
Tabla 22. Escenario pesimista	76
Tabla 23. Escenario más probable.....	77

Tabla 24. Escenario optimista	77
Tabla 25. Clasificación de impactos ambientales.....	81
Tabla 26. Matriz de temas y respuestas	114
Tabla 27. Estructura de desagregación del trabajo	132
Tabla 28. Hoja de recursos del proyecto	145
Tabla 29. Uso de recursos por tarea	146
Tabla 30. Índice de desempeño de programación	154
Tabla 31. Línea base de costos	157
Tabla 32. Presupuesto de proyecto	158
Tabla 33. Índice de desempeño de costos	161
Tabla 34. Esquema de contratación y liberación de recursos.....	199
Tabla 35. Métricas de selección de proveedores	226
Tabla 36. Métrica para evaluación de proveedores	226
Tabla 37. Impactos ambientales y sociales.....	232

Listado de figuras

Figura 1. Mapa estratégico	13
Figura 2. Cadena de valor	14
Figura 3. Estructura organizacional	14
Figura 4. Árbol de Problemas	18
Figura 5. Árbol de objetivos del proyecto	20
Figura 6. Estructura de requerimientos del proyecto	21
Figura 18. Disposición física de equipos - Estaciones solares	41
Figura 19. Instalación estaciones solares fotovoltaicas	43
Figura 20. Mapa de irradiación solar Cundinamarca	45
Figura 21. Mapa ubicación geográfica Jerusalén Cundinamarca	46
Figura 25. Mapa de procesos de la organización	54
Figura 26. Estructura de Desagregación del Trabajo	58
Figura 27. Estructura de desagregación de recursos	59
Figura 28. Estructura de desagregación de costos	68
Figura 29. Estructura de desagregación de riesgos	70
Figura 30. Ciclo de vida del proyecto	78
Figura 31. Flujo de entradas y salidas ciclo vida del proyecto	80
Figura 33. Calendario laboral - <i>Microsoft Project</i>	144
Figura 36. Estructura de desagregación de costos	157
Figura 38. Diagrama de procesos actuales y futuros	182
Figura 39. Estructura de desagregación de recursos EDR	190

Listado de gráficas

Gráfica 1. Matriz de poder - interés (Influencia - Dependencia).....	17
Gráfica 2. Población Jerusalén - Cundinamarca.....	28
Gráfica 3. Población total por género	29
Gráfica 4. Población total por rango de edad	29
Gráfica 5. Representación gráfica datos pregunta No. 1, Encuesta.....	31
Gráfica 6. Representación gráfica datos pregunta No. 2, Encuesta.....	32
Gráfica 7. Representación gráfica datos pregunta No. 3, Encuesta.....	33
Gráfica 8. Representación gráfica datos pregunta No. 4, Encuesta.....	34
Gráfica 9. Representación gráfica datos pregunta No. 5, Encuesta.....	34
Gráfica 10. Representación gráfica datos pregunta No. 6, Encuesta.....	35
Gráfica 11. Representación gráfica datos pregunta No. 7, Encuesta.....	36
Gráfica 12. Punto de equilibrio -Costos totales vs Ventas	40
Gráfica 13. Gráfica de temas y respuestas.....	114
Gráfica 14. Estadísticas de recursos asignados	152
Gráfica 15. Curva S del tiempo	153
Gráfica 16. Curva S del costo.....	160
Gráfica 17. Histograma de recursos asignados.....	198

Lista de ecuaciones

Ecuación 1. Cálculo HPS	47
Ecuación 2. Fórmula de consumo diario medio	48
Ecuación 3. Fórmula para calcular número de paneles	48
Ecuación 4. Fórmula capacidad de acumulación baterías	49
Ecuación 5. Cálculo de intensidad de entrada regulador	50
Ecuación 6. Cálculo de capacidad de inversor	52
Ecuación 7. Cálculo de potencia inversor con picos de arranque	52
Ecuación 8. Estimación de tiempos Beta Pert	143
Ecuación 9. Índice de desempeño de programación	154
Ecuación 10. Índice de rendimiento de costos	160

Listado de anexos

Anexo A. Matriz de involucrados	239
Anexo B. Registro y análisis de involucrados	241
Anexo C. Documentación de requerimientos	242
Anexo D. Análisis multicriterio - Método <i>Scoring</i>	245
Anexo E. Análisis de alternativas	246
Anexo F. Estructura desagregación del producto (EDP).....	248
Anexo G. Estructura desagregación del trabajo (EDT)	249
Anexo H. <i>Project Charter</i>	250
Anexo I. <i>Project scope statement</i>	255
Anexo J. Diccionario WBS	259
Anexo K. Cálculo y estimación de duraciones <i>Beta Pert</i>	267
Anexo L. Matriz de procedimientos y entregables	277
Anexo M. Plan de capacitación del equipo	280
Anexo N. Plan de reconocimiento y recompensas	281
Anexo O. Indicadores de desempeño del equipo	283
Anexo P. Matriz <i>RACI</i> del proyecto	284
Anexo Q. Matriz de comunicaciones	286
Anexo R. Matriz de registro de riesgos	287
Anexo S. Análisis <i>PESTLE</i> del proyecto	291
Anexo T. Diagrama de flujo de entradas y salidas	293
Anexo U. Cálculos de huella de carbono	294
Anexo V. Matriz P5 del GPM	315

Anexo W. Normatividad de seguridad y salud en el trabajo aplicable al proyecto.....	324
Anexo X. Formato de encuesta	334
Anexo Y. Diagrama de Gantt	335
Anexo Z. Diagrama de red	342
Anexo AA. Protocolo de inspección y pruebas <i>FAT</i>	350
Anexo BB. Formato de registro de auditoria.....	352
Anexo CC. Lista de verificación de entregables	353
Anexo DD. Cronograma de adquisiciones	354
Anexo EE. Resolución de conflictos y gestión de expectativas	355

RESUMEN

Gran parte de las zonas rurales del territorio nacional enfrentan problemas con el suministro de energía, esto debido a que no cuentan con interconexión a la red de energía comercial y en los casos que si existe conexión, se presentan cortes frecuentes de energía, dejando en evidencia el impacto negativo que afecta las comunidades de zonas veredales al no contar con un servicio eficiente y constante. Por lo anterior, se busca desarrollar un proyecto que brinde una alternativa energética renovable, es decir una energía limpia y sostenible como suministro o respaldo a las zonas veredales con deficiencias energéticas. Durante el desarrollo de este documento se expresan conceptos y características acerca de la solución energética propuesta, adicionalmente se brinda un panorama de la proyección que tiene la implementación de energías limpias en Colombia. En la actualidad el uso de energías alternativas o renovables no está caracterizado como una forma masiva de suministro de energía, esto debido a diferentes situaciones como apatía, falta de información, costo, capacidad, confiabilidad y representación. Sin embargo, la tendencia por el uso adecuado de los recursos naturales está generando un incremento en la implementación de alternativas energéticas sostenibles.

1 Formulación

En este capítulo se definen las condiciones y actividades necesarias para la identificación de una necesidad y presentación de posibles alternativas de solución, estructurando métodos de selección de ideas (ver *Anexo D. Análisis multicriterio - Método Scoring*) y alternativas que por medio de estudios técnicos de orden financiero, social, ambiental y legal permitan definir el esquema de gestión del proyecto a ejecutar para cubrir la necesidad.

1.1 Organización

En gran parte del territorio nacional la comunidad enfrenta problemas con el suministro de energía, ya que la falta de cobertura de redes eléctricas en zonas rurales no interconectadas y los cortes frecuentes de energía en zonas rurales ya conectadas a la red eléctrica comercial, dejan en evidencia el impacto negativo que afecta las comunidades de zonas veredales al no contar con un servicio eficiente y constante.

Adicionalmente, se percibe un impacto ambiental negativo ya que los métodos de energía eléctrica comerciales existentes no promueven la conservación del ambiente, es decir, son tipos de energía no renovables con costos más elevados por consumo. Lo anterior hace necesario promover la implementación de un sistema alternativo de energía que supla o respalde la necesidad energética de los pobladores de las zonas rurales de distintas regiones del país. Para el caso del proyecto se estima su implementación en la vereda la Parada – Sector la Colorada, jurisdicción del municipio de Jerusalén Cundinamarca, donde se espera mejorar la calidad de energía consumida por los habitantes del sector.

1.1.1 Descripción general.

En la actualidad el uso de energías alternativas o renovables no está caracterizado como una forma masiva de suministro de energía eléctrica, esto debido a diferentes situaciones como apatía, falta de información, costo, capacidad, confiabilidad y representación. Sin embargo, la tendencia

por el uso adecuado de los recursos naturales está generando un incremento en el uso de alternativas sostenibles como método de supervivencia y conservación del ambiente.

Para el caso de Colombia, el uso de fuentes alternativas de energía está evolucionando. Como referencia se tiene un proyecto ubicado en Yumbo (Valle del Cauca), donde existe una granja receptora de energía solar la cual suministrará energía limpia a 8.000 viviendas a través de 35.000 paneles solares, reduciendo emisiones de dióxido de carbono en más de 6.000 t por año.

Por métodos de energías alternativas como el mencionado, se busca implementar un sistema de energía renovable en zonas rurales donde no se cuenta con suministro de energía de la red comercial, beneficiando a la comunidad y el medio ambiente al reducir el impacto negativo que generan las fuentes convencionales de energía eléctrica. Adicionalmente, con el sistema a implementar se espera ofrecer una solución de respaldo de energía a los hogares de zonas rurales interconectadas a la red eléctrica comercial, esto debido a los cortes frecuentes de energía por causas ambientales, calidad del suministro actual o capacidad de pago del poseedor del servicio.

1.1.2 Direccionamiento Estratégico.

El direccionamiento estratégico permite se establecer las directrices para desarrollar e implementar el producto según alcance del proyecto. Lo anterior asegurando la satisfacción de los usuarios de zonas rurales no interconectadas o zonas con alto índice de fallas en el suministro de energía.

1.1.2.1 Objetivos estratégicos.

- Generación de valor a los grupos de interés.
- Fortalecer relaciones entre los *stakeholders* internos y externos.
- Optimización de procesos.
- Fortalecer el desarrollo del recurso humano.
- Promover la cultura de compromiso con la organización.

- Posicionar la organización en el nicho de mercado seleccionado.
- Desarrollo de programas de gestión comercial.
- Responsabilidad social y ambiental.

1.1.2.2 Políticas institucionales.

Las políticas institucionales definen las directrices que orientan cada uno de los procesos y aseguran la ejecución de las tareas correspondientes a cada uno. Para el caso del proyecto en desarrollo se contemplan los siguientes criterios que definirán las políticas institucionales a implementar.

- La operación de la organización debe estar fomentada por valores que fortalezcan las relaciones entre *stakeholders*, es decir, donde los miembros de la organización identifiquen de forma precisa el valor que representan para la organización.
- Los procesos de la organización deben estar sometidos a la mejora continua y así poder fortalecer sus operaciones, las cuales deben estar fundamentadas en estándares de calidad existentes en el mercado.
- Uno de los objetivos de la organización es promover el uso de energías alternativas, por esta razón los procesos de la organización deben estar comprometidos con la conservación del ambiente y fomentar la innovación en este aspecto.
- Los productos suministrados deben representar valor a la organización, es decir, deben estar expuestos a rigurosos procesos de seguimiento y control de calidad antes de ser entregados e instalados en las instalaciones del cliente final.

1.1.2.3 Misión, visión y valores.

- Misión.

Desarrollar y suministrar soluciones en energía solar, contribuyendo a la conservación del medio ambiente y el desarrollo sostenible de la sociedad.

- Visión.

Ser una organización líder en la implementación de estaciones de energía solar, promoviendo el uso de energías alternativas en beneficio de sostenibilidad de medio ambiente y el mejoramiento de los ecosistemas.

- Valores.

Los valores de la organización representan la unidad entre el compromiso de los involucrados y la disposición de la organización para lograr resultados sostenibles en el largo plazo. Lo anterior apoyado en valores como sentido de pertenencia, responsabilidad social, respeto, conciencia, honestidad, y ética, descritos a continuación. (Concepto y definición, 2018)

Sentido de pertenencia, representa el empoderamiento de los involucrados del proyecto para direccionar y ejecutar las acciones necesarias para dar cumplimiento a los objetivos organizacionales.

Responsabilidad social, representa la conducta de los involucrados consigo mismos y con la organización, relacionada con la generación de valor que aporte beneficios a la sociedad, el ambiente, el entorno laboral y el entorno familiar.

Respeto, identificado como uno de los valores morales más importantes, permite ser tolerantes con las ideas o intereses de los involucrados del proyecto permitiendo así asegurar su ejecución en un sano desarrollo.

Conciencia, Permite establecer relaciones de gana - gana tanto para el cliente como para los proveedores del proyecto. Lo anterior, teniendo que en cuenta que se deben establecer relaciones que permitan la sostenibilidad de la organización.

Honestidad, para el contexto del proyecto la honestidad refleja concordancia entre lo que se dice y lo que se ejecuta, asegurando así la confiabilidad de los *Stakeholders* del proyecto.

Ética, fundamenta la gestión y ejecución del proyecto, enmarcando los comportamientos adecuados que son obligatorios para obtener un óptimo desempeño de los involucrados en el proyecto.

1.1.2.4 Mapa estratégico.

El mapa estratégico presenta la composición interna del grupo de trabajo, así como el plan de la empresa para cumplir las metas y los compromisos. A continuación, en la ***Figura 1. Mapa estratégico*** se muestra el mapa definido para el proyecto.

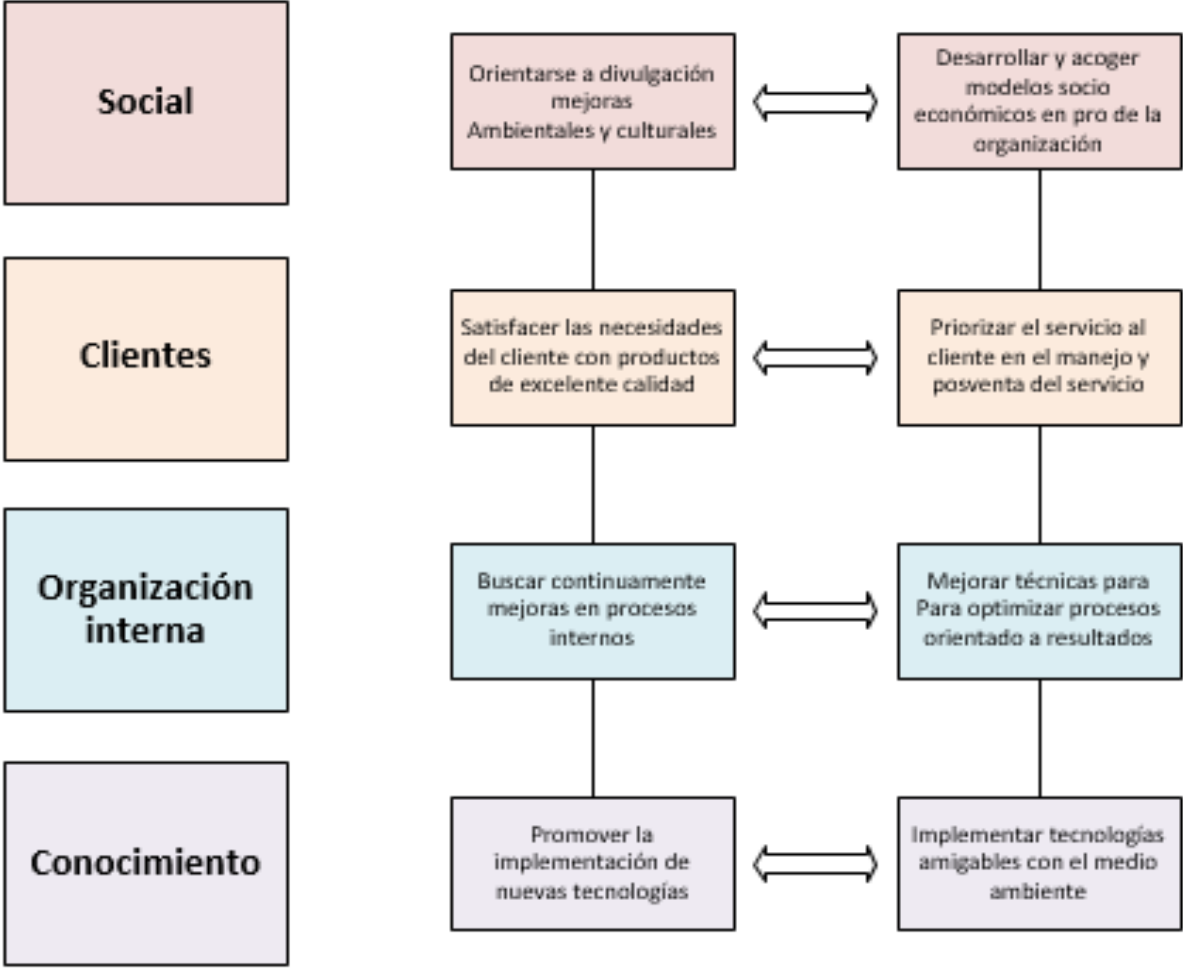


Figura 1. Mapa estratégico

Fuente: construcción del autor

1.1.2.5 Cadena de valor.

La cadena de valor consiste en la descripción de las actividades de un producto que finalmente se ofrecerá al cliente final. En la **Figura 2. Cadena de valor** se observa gráficamente la descripción del producto.



Figura 2. Cadena de valor

Fuente: Construcción del autor.

1.1.2.6 Estructura organizacional.

La estructura organizacional se muestra con el fin de dar a conocer su funcionamiento interno teniendo en cuenta sus necesidades y así, cumplir con sus objetivos y metas. En la **Figura 3. Estructura organizacional** se muestra como se encuentra ordenado el proyecto conforme a los integrantes del mismo.

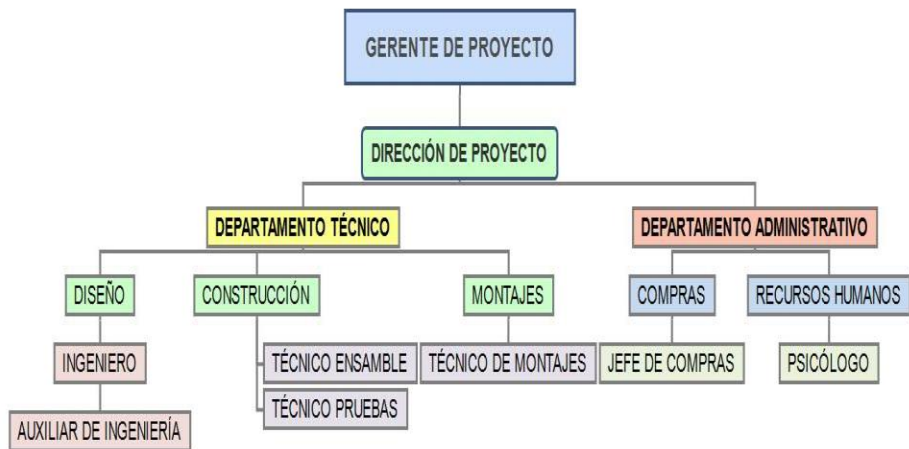


Figura 3. Estructura organizacional

Fuente: Construcción del autor.

1.2 Finalidad e impacto del proyecto.

A partir de un análisis regional sobre zonas rurales no interconectadas a la red de energía eléctrica comercial y zonas rurales con deficiencias energéticas, se pretende emprender un

proyecto que brinde una alternativa energética sostenible, es decir, la implementación de una estación solar como suministro o respaldo de energía.

La implementación del proyecto en mención, busca generar un impacto positivo, ya que se espera mejorar la calidad de vida de los habitantes de zonas rurales que carecen de suministro de energía o presentan constantes fallas en su servicio. Adicionalmente, se busca fortalecer el uso de fuentes de energías alternativas o sostenibles que no impacten negativamente los ecosistemas y que aporten a la conservación del medio ambiente.

1.2.1 Problema o necesidad.

Se tiene como necesidad las fallas de energía eléctrica existentes en zonas rurales. Para el caso del proyecto, se estableció como población objeto la vereda La Parada ubicada al norte del municipio de Jerusalén perteneciente al departamento de Cundinamarca. Se seleccionó esta población para mejorar las condiciones energéticas de las viviendas del sector ya que se presentan frecuentemente cortes de energía, adicionalmente se cuenta con una alta incidencia solar en la zona con valores de recepción entre 4,5 y 5,0 kWh/m²/día. A continuación, se presenta el árbol de problemas (*Figura 4. Árbol de Problemas*) que se estableció para la implementación del proyecto.

1.2.1.1 Antecedentes.

Colombia es un país privilegiado por su posición geográfica, ya que no solo cuenta con gran variedad de climas sino también presenta uno de los niveles de radiación solar más altos del mundo, ofreciendo una ventaja para el uso de la energía solar. De acuerdo a lo anterior a continuación, en un posicionamiento de 1 a 5 se tiene que las regiones con mayor disponibilidad de energía solar son; (1) La Guajira, (2) la Costa atlántica, (3) Orinoquía, (4) Amazonía y (5) la región Andina.

Por otro lado, la tecnología solar fotovoltaica ha demostrado en los últimos años que puede ser una componente importante para los países que buscan ampliar el uso de energías sostenibles dentro sus naciones.

La industria fotovoltaica avanza hacia la competitividad con las fuentes de energía eléctrica convencionales compitiendo con bajos costos por consumo y conservación del medio ambiente.

Grandes obras alrededor del planeta como el monumental estadio del dragón de Kaohsiung en Taiwán, donde se realizaron los Juegos Mundiales 2009 y que gracias a sus 8.844 paneles solares no solo se autoabastece de energía, sino que le provee el 80 por ciento del consumo a la comunidad que lo rodea. Igualmente está el edificio del arco solar que la empresa Sanyo construyó en inmediaciones de Tokio con 5.000 paneles, o la *Ivanpah Solar Electric* en California, que es la planta solar más grande del mundo con 13 km cuadrados y 350.000 espejos, capaces de generar 392 Megavatios (MW), son algunas de las muestras del interés de la raza humana por aprovecharse del sol para autoabastecerse del recurso vital de la energía. (Redacción El Tiempo, 2015)

Debido a lo expuesto, la implementación de energías renovables se considera como una alternativa de energía que a futuro representará un alto porcentaje de la energía consumida por el país. Actualmente distintas compañías en Colombia están suministrando energía por medio de tecnología fotovoltaica o paneles solares. Un ejemplo de ello es la empresa EPM como lo informa la editorial El Tiempo en el siguiente artículo.

EPM también está generando electricidad con energía solar porque está vinculada a un piloto que lidera el Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas no Interconectadas (Ipse), que ha permitido llevarle luz a más de 580 personas y seis escuelas ubicadas en áreas rurales apartadas de las veredas de Caucasia y Cáceres, en el bajo Cauca antioqueño y El Reflejo, La Media, La Ilusión, La Nueva Etapa, La Cabaña y Nuevo Horizonte,

en San Vicente del Caguán, con una capacidad de generación autónoma que supera los 1,025 (W). (Redacción El Tiempo, 2015)

1.2.1.2 Involucrados.

Para la gestión e implementación del proyecto se consideran todos los involucrados que se pueden ver afectados positiva o negativamente.

1.2.1.3 Matriz de involucrados.

Ver el anexo de matriz de registro de involucrados (**Anexo A. Matriz de involucrados**).

1.2.1.4 Matriz de dependencia e influencia.

Para el desarrollo del proyecto se debe tener en cuenta la intervención de cada uno de los interesados internos y externos, con el fin de determinar su poder e interés sobre el proyecto. A continuación se presenta la **Gráfica 1. Matriz de poder - interés (Influencia - Dependencia)**; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, la cual está compuesta por los grupos de interesados que intervienen durante la ejecución del proyecto.

Poder sobre el proyecto	Alto	Auditor de producto	Sponsor Director de proyecto
	bajo	Proveedor	Diseñador Jefe financiero Jefe de adquisiciones Jefe de recursos Humanos Supervisor Técnicos
		Bajo	Alto
Interés sobre el proyecto			

Gráfica 1. Matriz de poder - interés (Influencia - Dependencia)

Fuente: Construcción del autor.

1.2.1.5 Matriz de preguntas y respuestas.

Ver la **Tabla 26. Matriz de temas y respuestas**, en dicha tabla se reflejan los temas de interés del proyecto.

1.2.1.6 Árbol de problemas.

En el árbol de problemas se estructuran las causas y efectos de la necesidad existente. A continuación, se muestra en la **Figura 4. Árbol de Problemas** la estructura de árbol establecida.

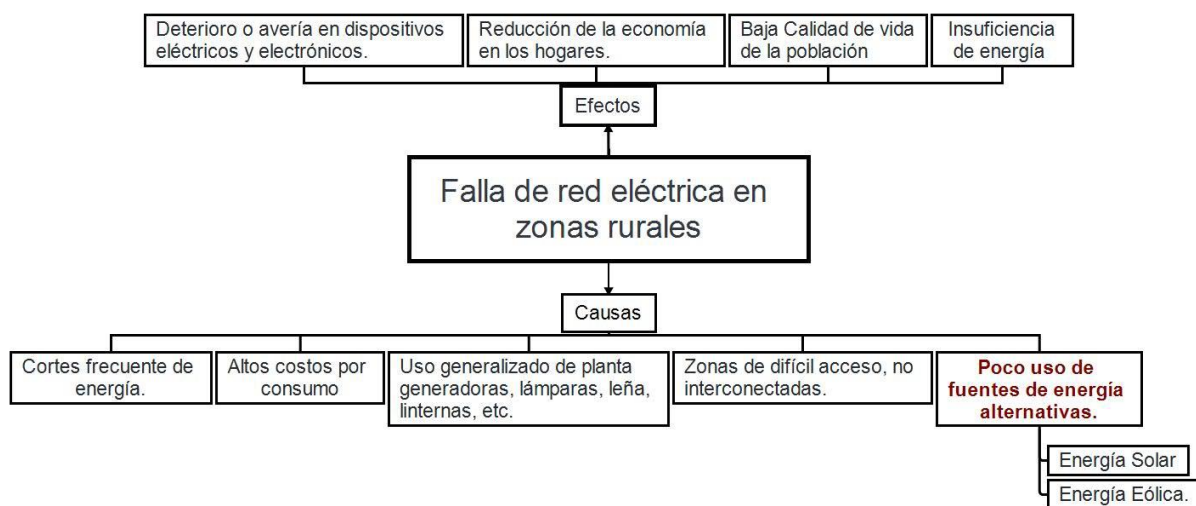


Figura 4. Árbol de Problemas

Fuente: Construcción del autor.

Debido a la deficiencia energética en zonas rurales de distintas regiones de Colombia que afectan el desarrollo y sostenibilidad de la población, se busca implementar una solución energética renovable que aporte a la conservación del medio ambiente. En este caso, se establece el proyecto para la implementación de estaciones solares en zonas rurales no interconectadas o con deficiencias en el servicio de energía suministrado por la red comercial. Las causas que se plantean para la ejecución del proyecto son:

- Los cortes frecuentes de energía: En este caso, la población se ve afectada por pérdidas materiales, económicas e incluso llegar a tener pérdidas humanas. En promedio, se presentan de 3 a 4 cortes de energía por mes en la zona rural del

municipio de Jerusalén, por esta razón se busca implementar una solución energética que mejore las condiciones de calidad de energía del sector.

- Altos costos por consumo de energía: En ocasiones las electrificadoras realizan cobros excesivos del servicio, aun cuando el suministro de energía es deficiente.
- Uso generalizado de distintas fuentes de energía convencionales: Cuando la población de zonas rurales no cuenta con conexión a la red eléctrica o el servicio de energía es deficiente, usa otras fuentes convencionales de energía que pueden representar riesgos a su salud.
- Poco uso de fuentes de energías alternativas: esta causa se presenta porque en la mayoría de las poblaciones de las zonas rurales no cuentan con la orientación necesaria para implementar dichos sistemas.

En la actualidad, Colombia está promoviendo el uso de fuentes alternativas de energía. La *UPME* (Unidad de planeación minero-energética), el *MME* (Ministerio de minas y Energía) y el *IPSE* (Instituto de planeación y promoción de soluciones energéticas para las zonas no interconectadas), a través del programa *PERS* (Plan para la energización rural sostenible) establecen planes de implementación de energías alternativas y sostenibles en las zonas rurales.

1.2.2 Objetivos.

Implementar estaciones de energía solar como solución energética para zonas rurales no interconectadas o con alto índice de fallas en el suministro. Las estaciones de energía solar fotovoltaica, se instalarán inicialmente en las viviendas de la Vereda la Parada – Sector la Colorada, jurisdicción del municipio Jerusalén – Cundinamarca, durante un tiempo estimado de nueve (9) meses.

1.2.2.1 Árbol de objetivos.

A continuación, en la **Figura 5. Árbol de objetivos del proyecto** se muestra la estructura establecida para el proyecto.

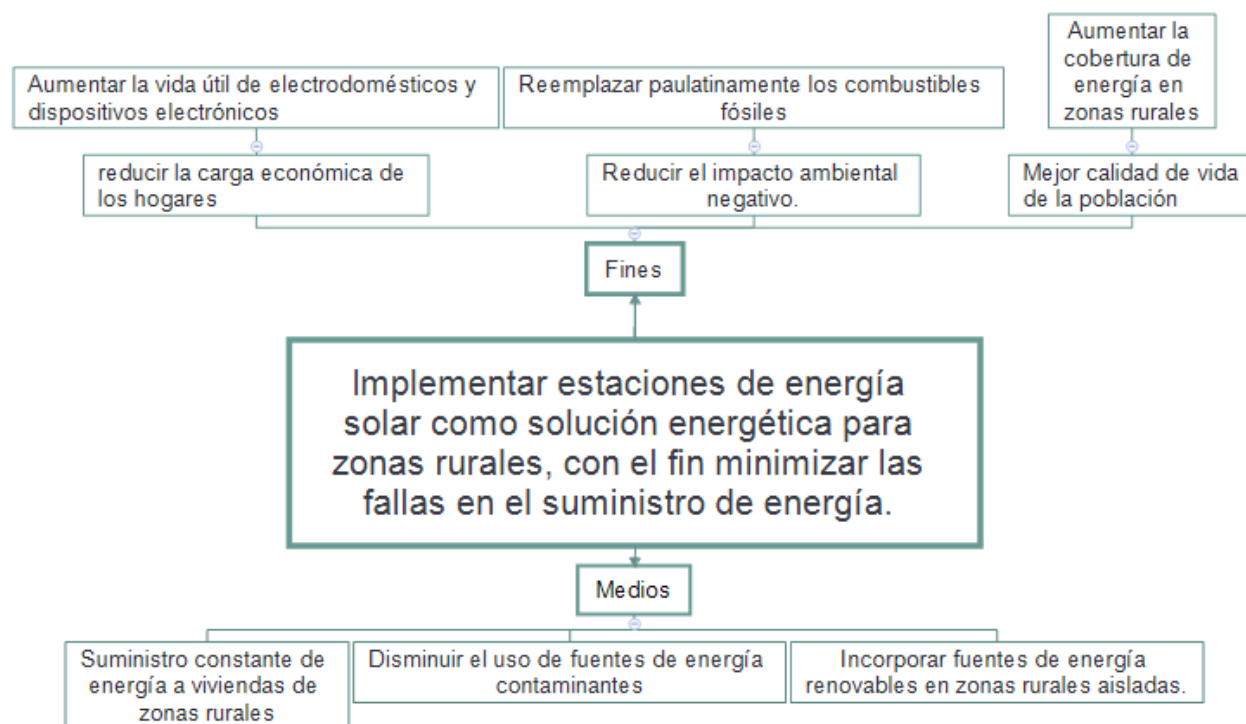


Figura 5. Árbol de objetivos del proyecto

Fuente: Construcción del autor.

1.2.2.2 Requerimientos de la organización

En la **Figura 6. Estructura de requerimientos del proyecto**, se establecen los requerimientos económicos, técnicos, de calidad necesarios para el funcionamiento del proyecto.

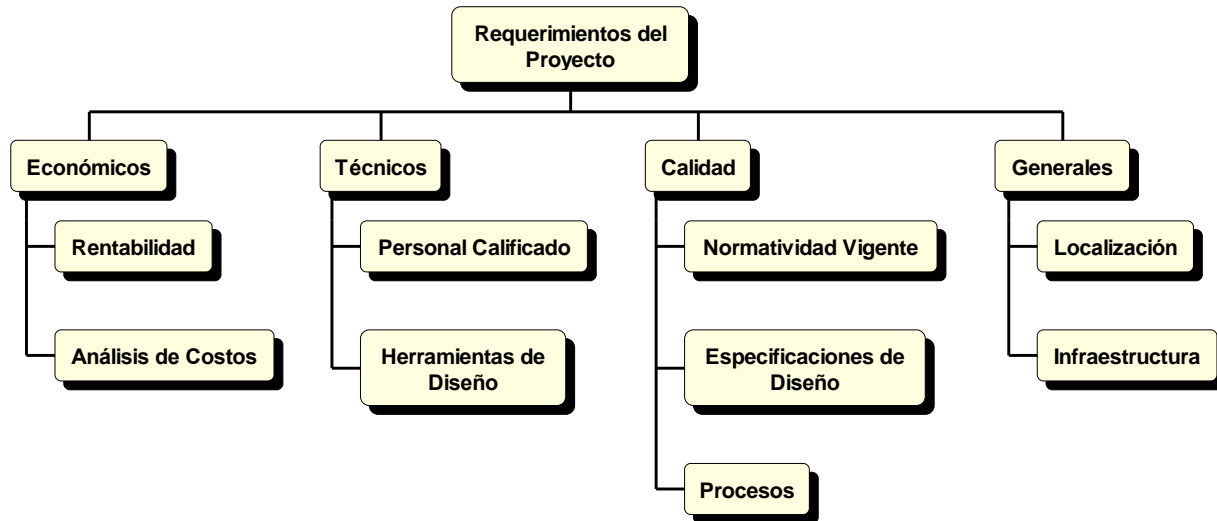


Figura 6. Estructura de requerimientos del proyecto

Fuente: Construcción del autor.

1.2.3 Alternativas de solución.

Respecto a la selección de alternativas de solución, se debe realizar una indagación de las fuentes de energía alternativas y elegir la más adecuada para problema planteado.

1.2.3.1 Identificación y descripción de alternativas de solución.

En el **Anexo E. Análisis de alternativas**, se puede identificar la selección de alternativas definido de acuerdo al método multicriterio *AHP*.

- **Sistema de energía solar por paneles fotovoltaicos.**

Este método consiste en aprovechar la radiación electromagnética proveniente del sol y convertirla en energía eléctrica a través de los paneles fotovoltaicos. Para integrar estaciones solares se requieren, paneles fotovoltaicos, baterías, inversores, reguladores y el cableado eléctrico. Para su implementación se debe realizar un análisis del consumo de energía del lugar de instalación y un estudio de la incidencia de radiación solar en la zona.

1.2.3.2 Sistema de energía eólica.

Este sistema consiste en utilizar la fuerza del viento para convertirla en energía eléctrica a través de sistemas mecánicos rotatorios. Este tipo de tecnología de igual forma, que la energía solar impacta de forma positiva el medio ambiente ya que simplemente requiere un recurso renovable para su funcionamiento. Para la implementación de esta alternativa se requiere un sistema mecánico comúnmente denominado molino de viento, generador, inversor de tensión, baterías, regulador de carga y conexiones y dispositivos de distribución de la energía procesada.

1.2.3.3 Sistema de energía por biomasa.

La energía por biomasa es la que se obtiene de compuestos orgánicos por medio de procesos naturales. Es un tipo de energía renovable de la materia orgánica o industrial transformada mediante procesos mecánicos o biológicos. Generalmente se obtiene de las deposiciones de los animales, residuos de plantas, entre otros restos o residuos. El aprovechamiento de esta energía se realiza por combustión transformación en otro tipo de sustancias para luego ser usadas como combustible.

El análisis de alternativas se estructura a través del método de análisis jerárquico teniendo en cuenta los siguientes aspectos de evaluación.

- Implementación del proyecto.
- Impacto ambiental.
- Costo de implementación.

En el **Anexo E. Análisis de alternativas**, se muestra el proceso de selección de la alternativa para el estudio de su implementación.

1.2.4 Planteamiento inicial del proyecto.

De acuerdo al problema identificado, en esta sección se presentarán los conceptos necesarios para desarrollar el producto con el cual se busca dar cumplimiento a los objetivos del proyecto.

1.2.4.1 *Marco conceptual referencial.*

La energía solar fotovoltaica consiste en la recepción y transformación de la radiación solar en energía eléctrica. Dicha transformación se realiza por medio de materiales semiconductores fabricados en silicio a través de células fotovoltaicas, estos se integran a los paneles solares fotovoltaicos y cuando la luz del sol (*fonones*) incide en las caras de la célula se genera una corriente eléctrica, la cual queda disponible para usar como fuente de energía en voltaje DC. Para la implementación de los paneles solares en los hogares o la industria se deben integrar componentes como reguladores de carga, inversores de tensión DC a AC, concentradores de energía o baterías e interconexiones a puntos de distribución para su posterior aprovechamiento.

La energía solar fotovoltaica puede ser utilizada mediante dos alternativas, una instalación aislada y una instalación conectada a la red eléctrica convencional. Para el caso de la instalación aislada, es una alternativa de energía importante ya que permite hacer auto consumo de energía y adicionalmente se puede acumular para prolongar su uso durante la noche.

Por otro lado, para una instalación conectada a la red eléctrica y donde adicionalmente se tiene la recepción y transformación de la energía solar se puede ofrecer una solución de respaldo o se puede actuar como una central de producción de energía eléctrica alternativa, ya que la energía capturada puede exportarse a la red o simplemente respaldar el sistema de energía de los hogares cuando exista una falla en el suministro de la energía convencional.

1.2.4.2 *Estructura desagregación del producto.*

La estructura desagregación del trabajo define todos los medios y entregables requeridos para la gestión e implementación del proyecto. En el **Anexo F. Estructura desagregación del**

producto (EDP), se presenta la estructura definida para la implementación de la estación de energía solar.

La estructura desagregación del trabajo define todos los medios y entregables requeridos para la gestión e implementación del proyecto. En la **(Figura 12. Estructura de Desagregación del Trabajo)**, se presenta la estructura definida para el desarrollo del proyecto.

1.3 Marco metodológico para realizar el trabajo de grado

En este apartado se mencionan los mecanismos para el análisis de la problemática objeto de la investigación.

1.3.1 Carácter investigativo.

De acuerdo con el problema planteado en el proyecto, el tipo de investigación a implementar es descriptivo, debido a que se requiere hacer una caracterización del objeto de estudio, rasgos fundamentales del fenómeno, objeto y definir condiciones ¿Cómo?, ¿en qué consiste?, ¿componentes que lo integran?, antecedentes y que situación presenta actualmente. Por medio de estos se logrará analizar la información y dar una abordar la problemática establecida.

1.3.2 Herramientas para la recolección de información.

Como herramienta o técnica de investigación se usará la entrevista, esto debido a que es una técnica de recolección de datos mediante conversación, con la que se adquiere información acerca del objeto de investigación y los resultados obtenidos dependen en gran medida del nivel de comunicación entre el investigador y los participantes.

1.3.3 Fuentes de información.

- Reglamento técnico de instalaciones eléctricas Retie.
- Atlas de radiación solar – Elaborado por el *Ideam*.
- Plan PERS (Planes de Energización Rural Sostenible).

- Instituto de planeación y promoción de soluciones energéticas para las zonas no interconectadas.
- Ministerio de minas y energía.
- Unidad de planeación minero energética.

1.3.4 Supuestos y restricciones para el desarrollo del trabajo de grado.

Para el desarrollo del trabajo de grado se deben tener en cuenta las siguientes condiciones que pueden tomar relevancia durante la gestión y ejecución del proyecto de grado.

- Falta de recursos financieros.
- Mala definición del alcance del proyecto.
- Estimación de costos y presupuestos fuera del margen de aceptación.
- Baja calidad de los materiales.
- Procesos no direccionados al alcance del proyecto.
- Certificados de producto sin vigencia.
- Recurso de personal técnico sin experiencia para los montajes del producto.

1.3.4.1 Contribución e impacto social del trabajo de grado.

A continuación, se mencionan los aspectos de contribución e impacto correspondientes al trabajo de grado.

- **Contribución a los Objetivos de Desarrollo Sostenible.**

Como contribución a los Objetivos del Desarrollo Sostenible, el proyecto a gestionar e implementar le apunta al cumplimiento de los siguientes objetivos formulados por el *Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo*.

- Energía asequible y no contaminante.
- Producción y consumo responsables.
- Vida de ecosistemas terrestres.

- Reducción de desigualdades.
- Ciudades y comunidades sostenibles.

- **Contribución a las líneas de investigación de la universidad Piloto de Colombia.**

De acuerdo a las líneas de investigación de la Universidad Piloto, el proyecto contribuye a la línea de *emprendimiento*, ya que con su implementación se busca incursionar en el mercado de las energías alternativas sostenibles.

- **Población objeto.**

Se estableció como población objeto la vereda La Parada ubicada al norte del municipio de Jerusalén perteneciente al departamento de Cundinamarca.

- **Naturaleza del proyecto.**

La naturaleza del proyecto es fundamentada en la mejora del suministro de energía en zonas rurales no interconectadas o zonas rurales con carencias en el suministro de energía de la red comercial. Por esta razón, se busca implementar un proyecto que mejore la calidad de vida de la población y preserve el medio ambiente.

- **Contexto geográfico**

La implementación del proyecto se llevará a cabo al sur del departamento de Cundinamarca. Se seleccionó dicha zona del país, debido a que se cuenta con condiciones óptimas de incidencia de radiación solar.

- **Tipo de impacto.**

El impacto del proyecto es de carácter social, debido a que busca el mejoramiento de la calidad de vida de la población promoviendo el uso de fuentes de energía alternativas sostenibles que prolongan la conservación de la sociedad y el medio ambiente.

2 Estudios y evaluaciones

A través de este estudio se dará a conocer los parámetros y resultados técnicos administrativos y financieros que tiene como propósito la evaluación e implementación de una alternativa para el aprovechamiento de la energía fotovoltaica.

2.1 Estudio de mercado

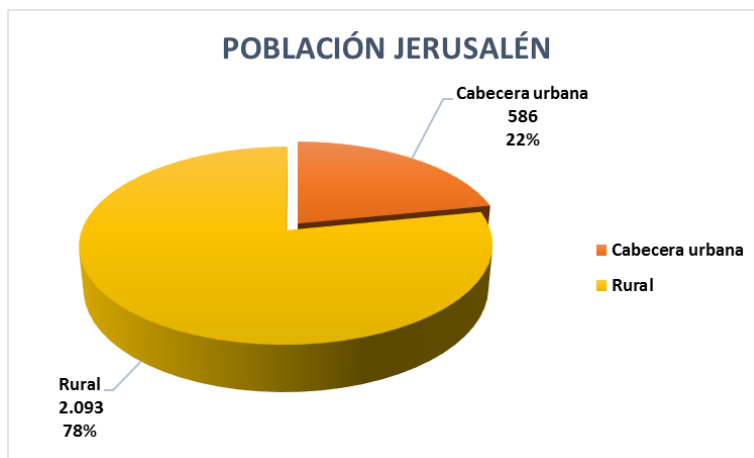
En esta etapa, se realizará la recolección de información para determinar el perfil y comportamiento de la población objetivo. Adicionalmente, se evaluará el tamaño actual y futuro del mercado, así como su influencia en la toma de decisiones sobre las características del producto.

2.1.1 Población.

La población objeto de estudio e implementación del proyecto es la vereda La Parada – Sector La Colorada en el municipio de Jerusalén Cundinamarca ubicado sobre la cordillera oriental a 357 m.s.n.m, con una temperatura promedio de 27 °C y una distancia de 113.000 m a la Capital de la República. Las zonas rurales pertenecientes al municipio están destinadas a la producción agropecuaria, siendo la agricultura, ganadería y la minera el motor económico del municipio.

Debido a la posición geográfica y condiciones ambientales actuales del municipio de Jerusalén y sus veredas, se considera que es más competitivo frente a otros municipios para la implementación de proyectos eco sostenibles. Es por esta razón que se decide desarrollar e implementar un proyecto de estaciones solares con el propósito de respaldar el suministro de energía eléctrica en zonas rurales interconectadas, las cuales se enfrentan a constantes fallas en el suministro y promover la implementación de sistemas de energía en zonas rurales no interconectadas.

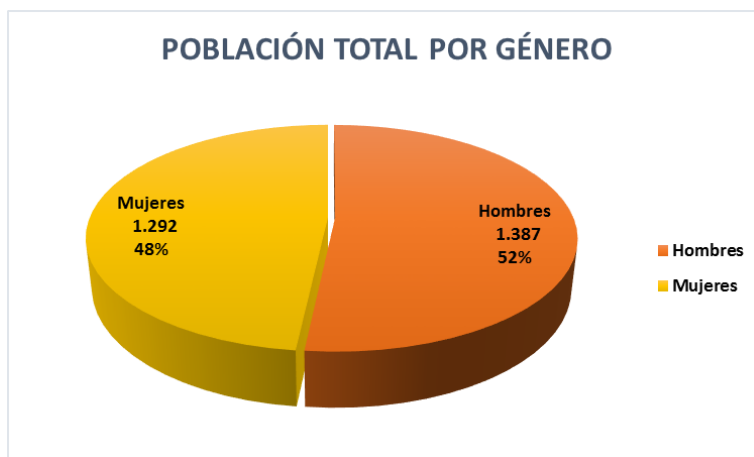
De acuerdo al plan de desarrollo municipal de Jerusalén, se estima una población total de 2.679 habitantes, 586 en la cabecera y los 2.093 restantes pertenecientes a la población rural. Como se muestra en la **Gráfica 2. Población Jerusalén - Cundinamarca** (Alcaldía de Jerusalén - Cundinamarca, 2.018).



Gráfica 2. Población Jerusalén - Cundinamarca

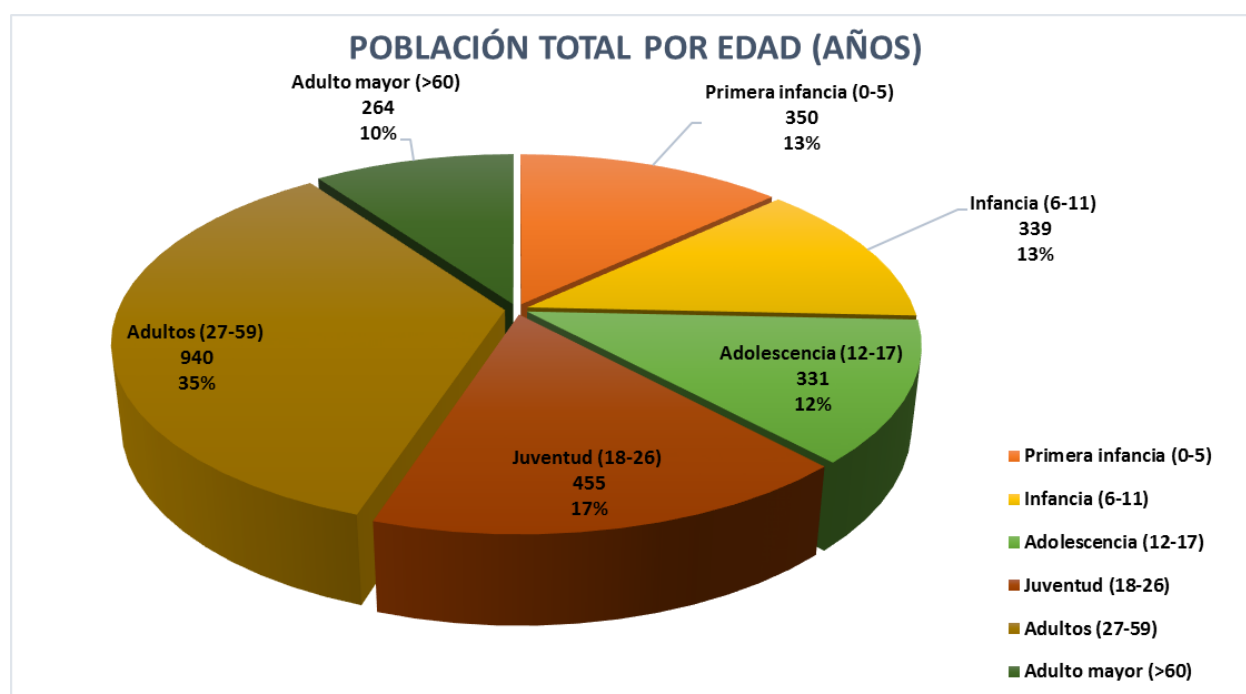
Fuente: Plan de desarrollo municipal 2.016-2.019

Del total de la población, 1.387 son Hombres y 1.292 Mujeres como se muestra en la **Gráfica 2. Población Jerusalén - Cundinamarca**, representados en la pirámide poblacional **Gráfica 3. Población total por género** en la por rangos de edades en años. En la **Gráfica 4. Población total por rango de edad** se presenta la proyección del DANE donde la población es; 350 para Primera infancia (0 – 5), 339 para Infancia (6-11), 331 en Adolescencia (12-17), 455 en Juventud (18-26), 940 para Adultos (27-59) y 264 para Adultos mayores (Edad igual o superior a 60 años).



Gráfica 3. Población total por género

Fuente: Plan de desarrollo municipal 2.016-2.019



Gráfica 4. Población total por rango de edad

Fuente: Plan de desarrollo municipal 2.016-2.019

De acuerdo con la información de la alcaldía y el censo realizado por los gestores del proyecto en la vereda La Parada – Sector la Colorada, se identificaron 6 familias las cuales están compuestas por un total de 23 pobladores, donde 16 son adultos y 7 son niños. Esta población

representa el 1% de la población rural del municipio según la Tabla 1. Censo de pobladores vereda La Parada - Sector La Colorada. (Alcaldía de Jerusalén - Cundinamarca, 2.018).

Tabla 1. Censo de pobladores vereda La Parada - Sector La Colorada

No.	NOMBRE DE LA FINCA	No. DE ADULTOS	No. DE NIÑOS	ACTIVIDAD ECONÓMICA
1	La Esperanza I	3		Agricultura - Ganadería
2	La Esperanza II	2		Ganadería
3	San Antonio	3	1	Agricultura – Ganadería
4	Sr. Ariza	2	1	Agricultura – Ganadería
5	Sr. Francisco	2	3	Agricultura – Ganadería
6	Sr. Iván	2	2	Casa de recreo

Fuente: Construcción del autor.

Con base a los datos obtenidos, se estima que la población rural de Jerusalén por familia es 698, esto asumiendo que cada grupo familiar está compuesto por una mujer, un hombre y un niño. Adicionalmente se estima que el consumo promedio de energía proveniente de la red comercial (**CODENSA**) por mes de una persona es de 38 kWh arrojando un consumo promedio mensual por familia de 114 kWh a nivel municipal.

2.1.2 Dimensionamiento demanda.

Para el dimensionamiento de la demanda de energía en la vereda la Parada – Sector la Colorada se realiza recolección de información por encuestas, para así poder determinar las características de las estaciones solares a implementar en la zona.

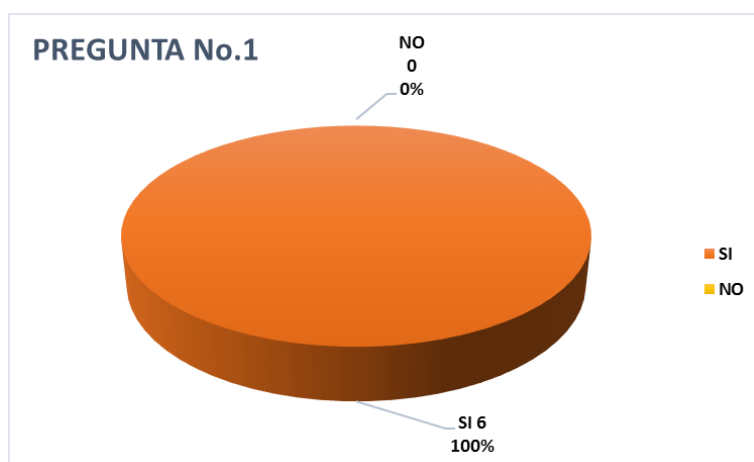
En la implementación de las encuestas, no se eligió una muestra de la población debido a la cantidad de individuos a entrevistar, en este caso se decide tomar la totalidad de la población y así garantizar un alto nivel de confianza de la información recolectada. A continuación, en la Tabla 2. Análisis de datos pregunta No 1, Encuesta. Y la **Gráfica 5. Representación gráfica datos pregunta No. 1, Encuesta**, se presenta la pregunta estructurada en la encuesta y el análisis de datos respectivo.

I. ¿Cuenta actualmente con suministro de energía eléctrica en su finca?

Tabla 2. Análisis de datos pregunta No 1, Encuesta.

OPCIONES DE RESPUESTA	VALOR OBTENIDO	ANÁLISIS
SI	6	De acuerdo a la información recolectada en esta pregunta se evidencia que las viviendas pertenecientes a la Vereda La Parada – Sector La Colorada cuentan en su totalidad con suministro de servicio de energía eléctrica proveniente de la red comercial.
NO	0	

Fuente: Construcción del autor.



Gráfica 5. Representación gráfica datos pregunta No. 1, Encuesta

Fuente: Construcción del autor.

II. ¿Sí cuenta con suministro de energía eléctrica, cuánto es el consumo de energía promedio en kWh según la factura del servicio?

A continuación, en la *Tabla 3. Análisis de datos pregunta No.2, Encuesta* y la *Gráfica 6. Representación gráfica datos pregunta No. 2, Encuesta*, se muestran los resultados de la pregunta.

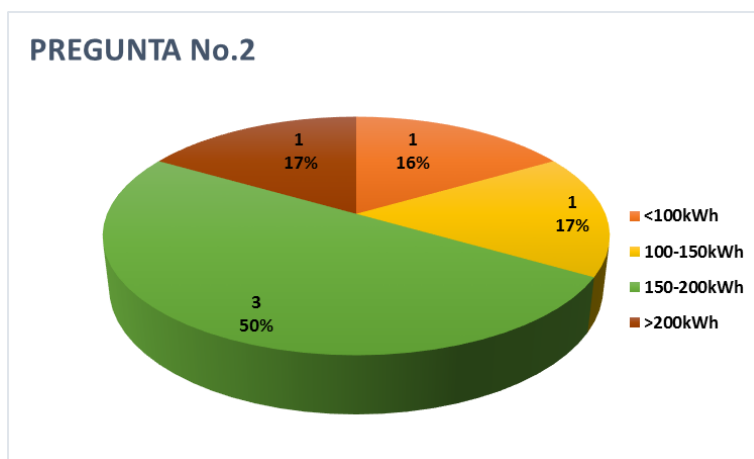
Tabla 3. Análisis de datos pregunta No.2, Encuesta

OPCIONES DE RESPUESTA	VALOR OBTENIDO	ANÁLISIS
<100 kWh	1	De acuerdo a la información recolectada en esta pregunta se evidencia que el consumo de energía más frecuente en la Vereda La Parada – Sector La Colorada está entre 150 y 200 kWh. A partir de esta condición se puede estimar con mayor certeza las características de las estaciones solares a implementar en la zona.
100-150 kWh	1	
150-200 kWh	3	

>200 kWh

1

Fuente: Construcción del autor.



Gráfica 6. Representación gráfica datos pregunta No. 2, Encuesta

Fuente: Construcción del autor.

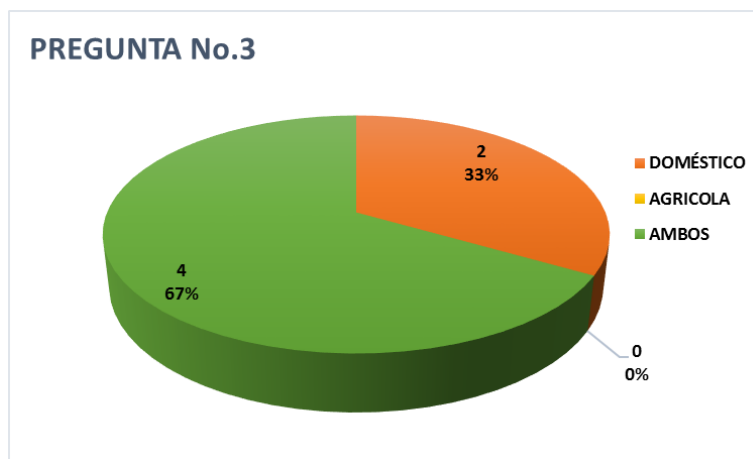
III. ¿Qué tipo de uso da al servicio de energía eléctrica?

A continuación, *Tabla 4. Análisis de datos pregunta No.3, Encuesta* Tabla 4. Análisis de datos pregunta No.3, Encuesta y la *Gráfica 7. Representación gráfica datos pregunta No. 3, Encuesta*, se muestran los resultados de la pregunta.

Tabla 4. Análisis de datos pregunta No.3, Encuesta

OPCIONES DE RESPUESTA	VALOR OBTENIDO	ANÁLISIS
DOMÉSTICO	2	De acuerdo a la información obtenida, se evidencia que el 67% de las viviendas en la Vereda La Parada – Sector La Colorada usa el suministro de energía eléctrica proveniente de la red comercial para sus necesidades domésticas y desarrollo de actividades productivas.
AGRÍCOLA	0	
AMBOS	4	

Fuente: Construcción del autor.



Gráfica 7. Representación gráfica datos pregunta No. 3, Encuesta

Fuente: Construcción del autor.

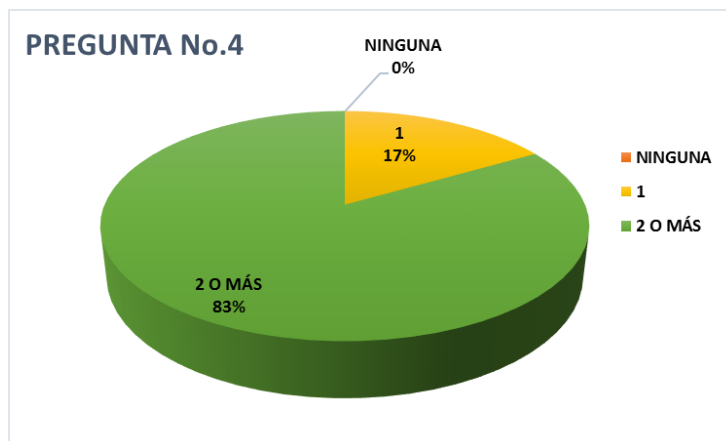
IV. ¿Cuántas interrupciones en el suministro de energía eléctrica experimentó durante el último periodo de facturación?

A continuación, en la *Tabla 5. Análisis de datos pregunta No.4, Encuesta* y la *Gráfica 8. Representación gráfica datos pregunta No. 4, Encuesta*, se muestran los resultados de la pregunta.

Tabla 5. Análisis de datos pregunta No.4, Encuesta

OPCIONES DE RESPUESTA	VALOR OBTENIDO	ANÁLISIS
Ninguna	0	De acuerdo a la información, el 83% de la población encuestada manifiesta que en el último periodo de facturación se presentaron 2 o más cortes de energía eléctrica en la zona.
1	1	
2 o más	5	

Fuente: Construcción del autor.



Gráfica 8. Representación gráfica datos pregunta No. 4, Encuesta

Fuente: Construcción del autor.

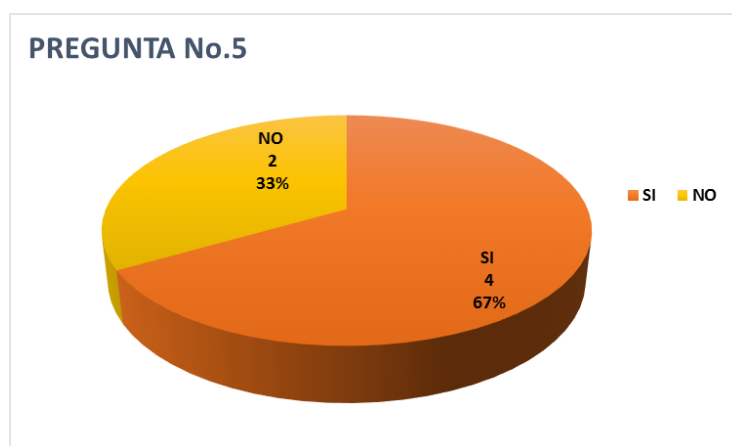
V. ¿Ha presentado daño en sus electrodomésticos debido a los cortes o fluctuaciones en el suministro de energía eléctrica?

A continuación, en la *Tabla 6. Análisis de datos pregunta No.5, Encuesta* y la *Gráfica 9. Representación gráfica datos pregunta No. 5, Encuesta*, se muestran los resultados de la pregunta.

Tabla 6. Análisis de datos pregunta No.5, Encuesta

OPCIONES DE RESPUESTA	VALOR OBTENIDO	ANÁLISIS
SI	4	De acuerdo a la información, el 67% de la población encuestada manifiesta que sus electrodomésticos han presentado avería por efecto de los cortes de energía o por las fluctuaciones de tensión del suministro.
NO	2	

Fuente: Construcción del autor.



Gráfica 9. Representación gráfica datos pregunta No. 5, Encuesta

Fuente: Construcción del autor.

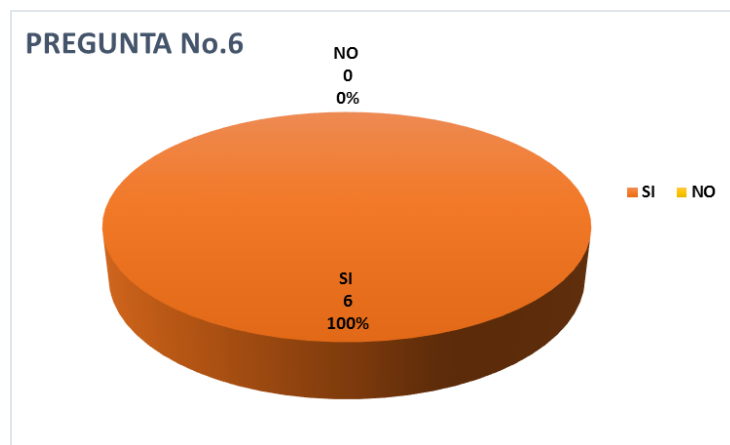
VI. ¿Estaría dispuesto a implementar un sistema de suministro de energía renovable como lo es la energía solar?

A continuación, en la *Tabla 7. Análisis de datos pregunta No.6, Encuesta* y la *Gráfica 10. Representación gráfica datos pregunta No. 6, Encuesta*, se muestran los resultados de la pregunta.

Tabla 7. Análisis de datos pregunta No.6, Encuesta

OPCIONES DE RESPUESTA	VALOR OBTENIDO	ANÁLISIS
SI	6	De acuerdo a la información, el 100% de la población encuestada está dispuesta a implementar el sistema de estaciones solares como solución de energética para sus predios.
NO	0	

Fuente: Construcción del autor.



Gráfica 10. Representación gráfica datos pregunta No. 6, Encuesta

Fuente: Construcción del autor.

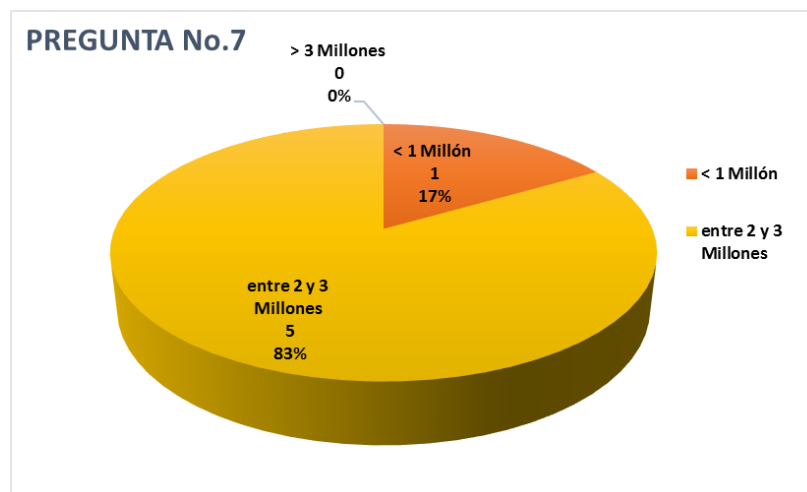
VII. De acuerdo a los rangos de precios propuestos. ¿Cuánto estaría dispuesto a invertir por la solución de energía solar?

A continuación, en la *Tabla 8. Análisis de datos pregunta No.7, Encuesta* y la *Gráfica 11. Representación gráfica datos pregunta No. 7, Encuesta*, se muestran los resultados de la pregunta.

Tabla 8. Análisis de datos pregunta No.7, Encuesta

OPCIONES DE RESPUESTA	VALOR OBTENIDO	ANÁLISIS
< \$ 1 MILLÓN	1	De acuerdo a la información obtenida, se evidencia que el 83% de las familias en la Vereda La Parada – Sector La Colorada estarían dispuestas a invertir entre \$2 y 3 millones de pesos por la solución de estaciones solares en sus fincas.
ENTRE \$ 2 Y 3 MILLONES	5	
> \$ 3 MILLONES	0	

Fuente: Construcción del autor.



Gráfica 11. Representación gráfica datos pregunta No. 7, Encuesta

Fuente: Construcción del autor.

2.1.3 Dimensionamiento de la oferta.

La oferta energética renovable en Colombia cuenta con un alto potencial debido a sus variados climas y ecosistemas, en este caso elementos como el agua, el sol, el viento y los residuos de biomasa permiten proyectar un gran desarrollo energético para el país. Según un artículo de Portafolio, el 70% de la energía generada en Colombia proviene de las centrales hidroeléctricas, pero este es un recurso que se ve afectado debido a los fenómenos climáticos que desencadenan extensos periodos de sequía.

De acuerdo a la información expresa en el diario Portafolio, el gobierno colombiano anunció a principios del año 2016 la construcción de una planta de generación de energía eólica con una inversión aproximada de 700 millones de dólares, donde dicha implementación proyectó un abastecimiento energético para los próximos 15 años. (Portafolio, 2016)

En la actualidad las energías solar y eólica representan una participación menor en la canasta de generación eléctrica de Colombia. En este caso, los paneles fotovoltaicos instalados representan entre 9 y 11 MW los cuales están asociados a sistemas aislados de la red nacional. Por otro lado, la energía eólica aporta 19,5 MW proveniente del parque eólico de Jepírachi.

Por esta razón la ley 1715 de 2014 busca promover el uso de estas tecnologías renovables y como incentivos asociados, contempla una serie de alivios fiscales. El primero de dichos incentivos es reducir el impuesto de renta hasta un 50% de la inversión asociada, adicionalmente exime de pago de impuesto de IVA a todos los equipos y servicios reconocidos por la UPME¹, que tengan como destino el proyecto. También contempla que todos aquellos equipos o maquinaria que no sean de fabricación nacional y requieran ser importados para proyectos de FNCE² sean exentos de aranceles de nacionalización. (Senado de la república, 2018)

Ante el panorama de expansión de generación y transmisión 2014-2028, la UPME contempla varios escenarios de inclusión para las energías renovables, siendo el más factible que las FNCE representen un 6% de la canasta de energía eléctrica, lo que corresponde a 1.207 MW en 2028. (UPME, 2015)

La implementación individual de sistemas de energía solar, está sujeta a las necesidades energéticas del consumidor y la incidencia en la zona de instalación. En la actualidad la implementación de sistemas de energía solar está cerca 1% del consumo energético del país. Sin embargo, la implementación de sistemas de energía solar tiene una tendencia al ascenso según lo define la UPME.

2.1.4 Competencia – Precios.

De acuerdo con un artículo de la plataforma informativa Dinero, la superintendencia de servicios públicos busca dar una señal a los inversionistas del país para impulsar el desarrollo de proyectos de energías renovables. De acuerdo con la Superservicios³, a Noviembre de 2017 la UPME había recibido 299 proyectos de FNCE, de los cuales 255 correspondían a proyectos de

¹ UPME: Unidad de Planeación Minero Energética.

² FNCE: Fuentes no Convencionales de Energía.

³ Superservicios: Superintendencia de servicios públicos.

energía solar fotovoltaica, 18 a centrales hidroeléctricas, 10 a proyectos de biomasa, 8 a proyectos solares térmicos, 6 de energía eólica, 1 de geotérmica y un proyecto híbrido.

Del total de proyectos presentados, 215 recibieron certificados de viabilidad y representan una capacidad estimada de 1.240 Megavatios que equivale a la planta de generación más grande de Colombia. La suma de estos proyectos garantiza un gran aporte a la canasta de energía eléctrica del país y se encuentran distribuidos de acuerdo a la **Tabla 9. Proyectos de energía renovable certificados** que se muestra a continuación:

Tabla 9. Proyectos de energía renovable certificados

CANTIDAD DE PROYECTOS CERTIFICADOS	DEPARTAMENTO
35	Cundinamarca y Valle del Cauca
22	Atlántico
19	Antioquia
10	Caldas
9	Risaralda
8	Tolima
7	Norte de Santander y Huila
6	Bolívar y La Guajira

Fuente: Unidad de planeación Minero energética UPME.

Según el artículo de Dinero, la UPME manifiesta que el valor de la inversión en proyectos de tecnologías renovables alcanza los \$190 mil millones, donde la mayoría de los recursos se destinan a los paneles solares con una cifra estimada de \$113 mil millones. (Dinero, 2017)

De acuerdo a un artículo de EL TIEMPO, desde 2012 los costos medios ponderados globales para la energía solar fotovoltaica se sitúan en \$ 0,06 USD por kWh. (EL TIEMPO, 2018)

Existen distintos proveedores a nivel nacional encargados de suministrar soluciones energéticas renovables a partir de energía solar fotovoltaica. A continuación, se citan algunos de ellos, quienes representan una competencia directa a la ejecución del proyecto.

- *Sennergysol – Smart Energy Solutions.*
- *Enertec Colombia S.A.S.*

- *Erco Energía.*
- *Hybrytec Energía Solar.*

Para el caso de las estaciones solares a implementar en la Vereda La Parada – Sector La Colorada de acuerdo al consumo en la zona, se estima que el precio promedio por estación a instalar oscila entre \$2.025 millones y \$3,8 millones. Es importante tener en cuenta que la variación en el precio obedece a la capacidad de carga del sistema solicitada por el usuario final.

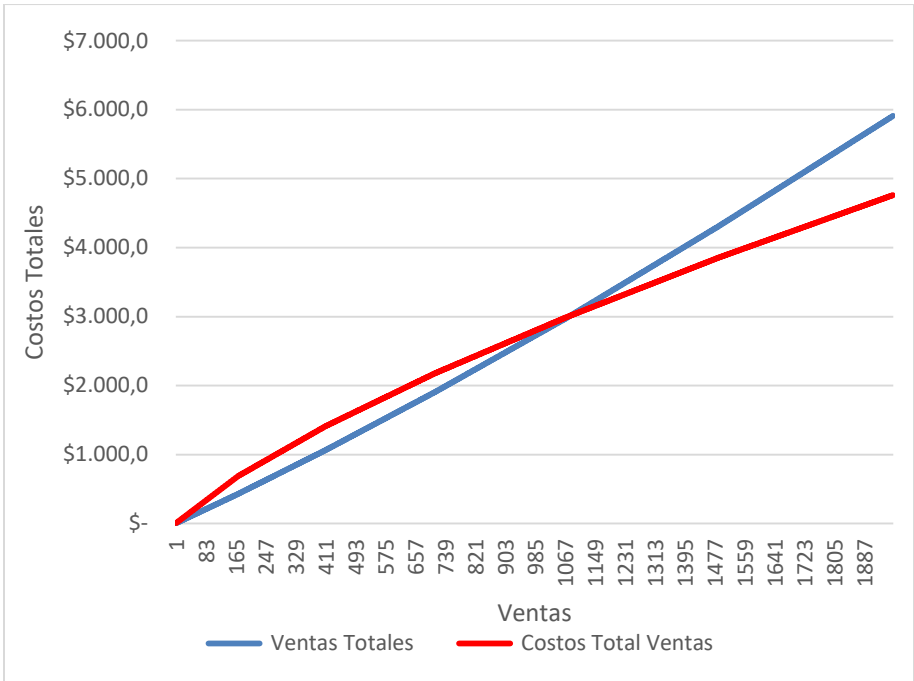
2.1.5 Punto de equilibrio oferta – Demanda.

De acuerdo a la población seleccionada y características de carga de los equipos a implementar en el proyecto, se estima que el precio base por estación solar es \$ 2,5 millones, donde están incluidos los costos totales que impactan el producto final.

Por medio del punto de equilibrio se analiza la relación que existe entre los costos y gastos fijos, costos y gastos variables, volumen de ventas y utilidades operacionales. En este caso, el punto de equilibrio permite determinar el nivel de producción y ventas que se debe alcanzar para cubrir los costos totales con los ingresos obtenidos.

Como se evidencia en la *Gráfica 12. Punto de equilibrio -Costos totales vs Ventas*, el punto de equilibrio se dará cuando se alcance un total de ventas de 1082 estaciones solares, con ingresos por valor de \$3.013,5 millones, es decir, en este punto de cruce los ingresos equivalen al total de costos y gastos operacionales. Adicionalmente se proyectaron unas ventas a partir del tercer año y hasta el sexto con un total de 873 paneles solares por 2.896,5 millones Cop, expandiéndose a zonas rurales aledañas con fallas de red eléctrica o con necesidades energéticas por falta de suministro.

Con lo anterior, se espera que las ventas posteriores al punto de equilibrio generen una rentabilidad positiva por venta.



Gráfica 12. Punto de equilibrio -Costos totales vs Ventas

Fuente: Construcción del autor.

2.2 Estudio Técnico

En esta fase se realizará la descripción y análisis de todo aquello que tiene relación con el funcionamiento y operatividad de la idea de proyecto seleccionada, es decir, se definirán las especificaciones técnicas del producto.

2.2.1 Diseño conceptual del producto.

De acuerdo a la alternativa de proyecto seleccionada según en el numeral *Alternativas de solución* y al *Planteamiento inicial del proyecto*, a continuación se mencionan las características técnicas del proyecto resultante en la *Figura 7. Disposición física de equipos - Estaciones solares*.

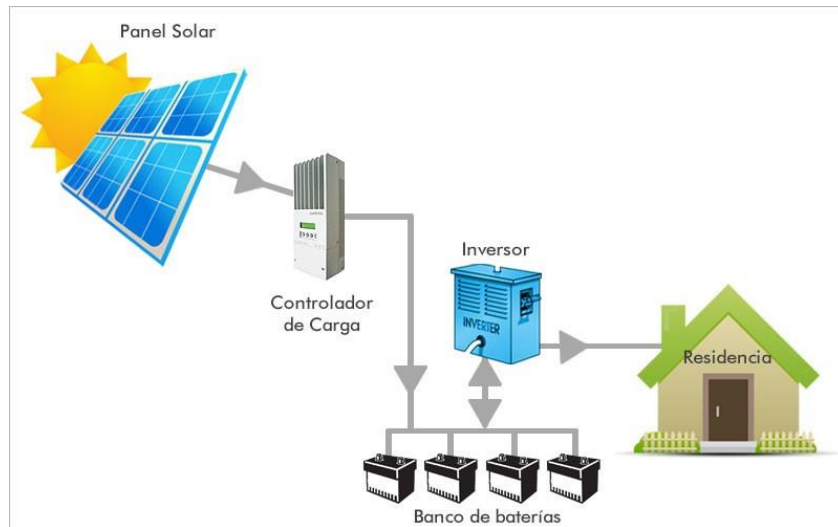


Figura 7. Disposición física de equipos - Estaciones solares

Fuente: D&P Ingeniería SAS

Recuperado de: <http://www.dypingenieriasas.com/index.php/nosotros>

Como se observa en la **Figura 7. Disposición física de equipos - Estaciones solares** el sistema está compuesto por; Paneles solares, los cuales se encargan de captar la energía solar incidente y generar corriente eléctrica. Por otro lado, se tienen los acumuladores de carga o banco de baterías, los cuales realizan la acumulación de carga para cuando sea requerida por el usuario, esto debido a que la necesidad de carga no siempre coincide con la captación de la incidencia solar. Adicionalmente el sistema cuenta con un dispositivo controlador o regulador, encargado de controlar el proceso de carga y descarga de las baterías, nivelando así su carga. Por último, se tiene el módulo inversor, que se encarga de transformar la tensión generada en los paneles a las condiciones de tensión requeridas por el usuario, generalmente 120 VAC /60 Hz.

2.2.1.1 Ciclo de vida del producto.

Debido a que el proyecto es un aporte para la implementación de tecnologías de energías renovables, se realizará el análisis del ciclo de vida del producto, el cual de acuerdo a las características funcionales permite contemplar un ciclo de vida estimado entre 15 y 20 años de operación.

En este caso, se tendrán en cuenta cada una de las fases asociadas a la gestión e implementación del proyecto donde se evaluará el impacto que cada una de ellas genere. En primer lugar, la gestión del proyecto está integrada por las fases de planificación, diseño y adquisiciones. A través de las fases antes mencionadas se establecen los criterios y condiciones que permitirán desarrollar el producto de acuerdo a las especificaciones establecidas.

Para el caso de la fase de implementación, se tienen las fases de construcción y puesta en marcha, con los cuales se dará origen al producto establecido para satisfacer las necesidades energéticas según los objetivos definidos.

Es de vital importancia reconocer que las estaciones solares aprovechan las energías renovables que provienen de recursos naturales que no se agotan y se pueden usar de manera permanente sin la emisión de gases de efecto invernadero como el CO_2 que impacta negativamente el medio ambiente. En la **Figura 16. Ciclo de vida del proyecto** están definidas las fases de gestión e implementación sobre las cuales se desarrollará el flujo de entradas y salidas que define el impacto ambiental.

2.2.1.2 Producto que se desea obtener con el desarrollo del proyecto.

Se busca implementar un sistema de energía renovable que satisfaga las necesidades energéticas de las zonas rurales, así como implementar un sistema de energía limpia y sostenible que concuerde con las necesidades ambientales del planeta. Las estaciones solares a implementar captarán energía solar incidente y mediante dispositivos de potencia y control será transformada y dispuesta en niveles de tensión requeridos por el usuario final.

La implementación de las estaciones solares se realizará en la zona rural perteneciente al municipio de Jerusalén Cundinamarca, donde se estima que existen en promedio 698 familias a nivel rural. En dicha zona, la mayor cantidad de pobladores se encuentran interconectados a la red de energía eléctrica comercial, sin embargo, se espera que la implementación de las

estaciones solares represente para las familias del sector disminución en sus costos en el consumo de energía, así como garantizar un suministro constante y sin interrupciones.

2.2.1.3 Definición de características técnicas y aprovechamiento del proyecto.

Las características técnicas y aprovechamiento del proyecto están contenidas en la descripción de la localización y los requerimientos técnicos del producto que serán mencionados a continuación.

2.2.1.3.1 Localización y tamaño.

Las estaciones de energía solar fotovoltaica, se instalarán inicialmente en las viviendas de la Vereda la Parada – Sector la Colorada, Jerusalén – Cundinamarca. La implementación del sistema, requiere la instalación de los paneles solares (Dimensiones aprox. Largo 0,2m x Ancho 0,9m x Profundo 0,05m) en el techo de la vivienda y en el interior, la instalación de los dispositivos de control y potencia (Banco de baterías, regulador e inversor) como se muestra en la ***Figura 8. Instalación estaciones solares fotovoltaicas.***

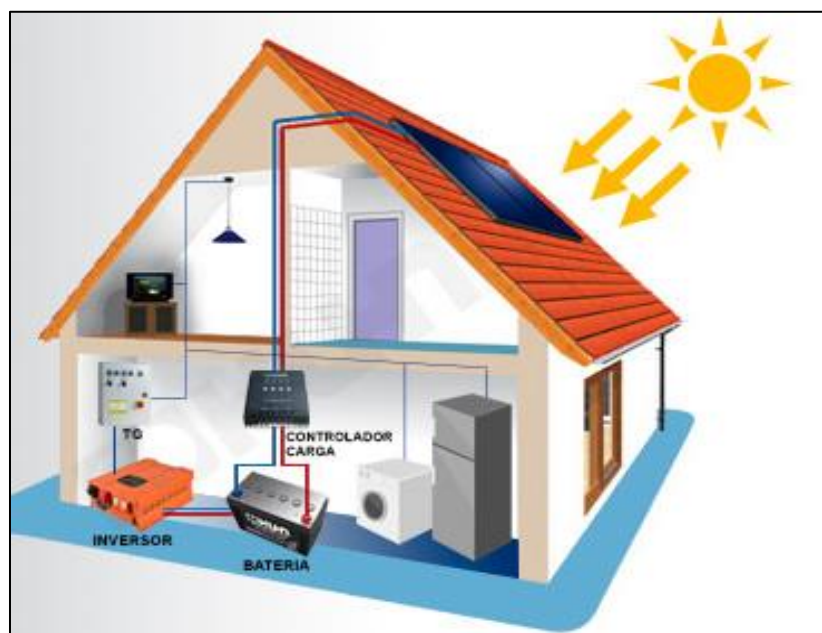


Figura 8. Instalación estaciones solares fotovoltaicas.

Fuente: Comercializadora *Solar Khun*.

Recuperado de: <http://www.kuhn.cl/webstore/energiasolar/fotovoltaica/inversores-offgrid>

2.2.1.3.2 Requerimientos del producto.

De acuerdo a la información recolectada en la Vereda la Parada - Sector la Colorada, el consumo promedio de energía por vivienda en el sector está entre 150 y 200 kWh mensuales, equivalentes a 2 MWh anuales. Definidas estas variables eléctricas y la zona de instalación de las primeras estaciones solares, a continuación se presentarán las especificaciones técnicas que deberán cumplir los paneles solares, dispositivos de control y dispositivos de potencia que componen el sistema.

- **Incidencia solar en la zona de instalación.**

Jerusalén – Cundinamarca por su posición geográfica y por sus condiciones meteorológicas actuales, se encuentra en ventaja frente a otros municipios en cuanto a la implementación de proyectos ecosostenibles. La UPME cuenta con una herramienta denominada atlas de radiación solar que brinda información que cuantifica la energía solar incidente sobre el territorio colombiano, dicha información sirve como base para el dimensionamiento de sistemas o aplicaciones tecnológicas que permiten aprovechar la energía solar para satisfacer requerimientos energéticos de uso doméstico, industrial o agrícola. A continuación, en la **Figura 9. Mapa de irradiación solar Cundinamarca** se presenta la irradiación solar en el Departamento de Cundinamarca, adicionalmente se puede ver en la **Figura 10. Mapa ubicación geográfica Jerusalén Cundinamarca** donde se puede evidenciar la cantidad de energía solar incidente en cada zona.

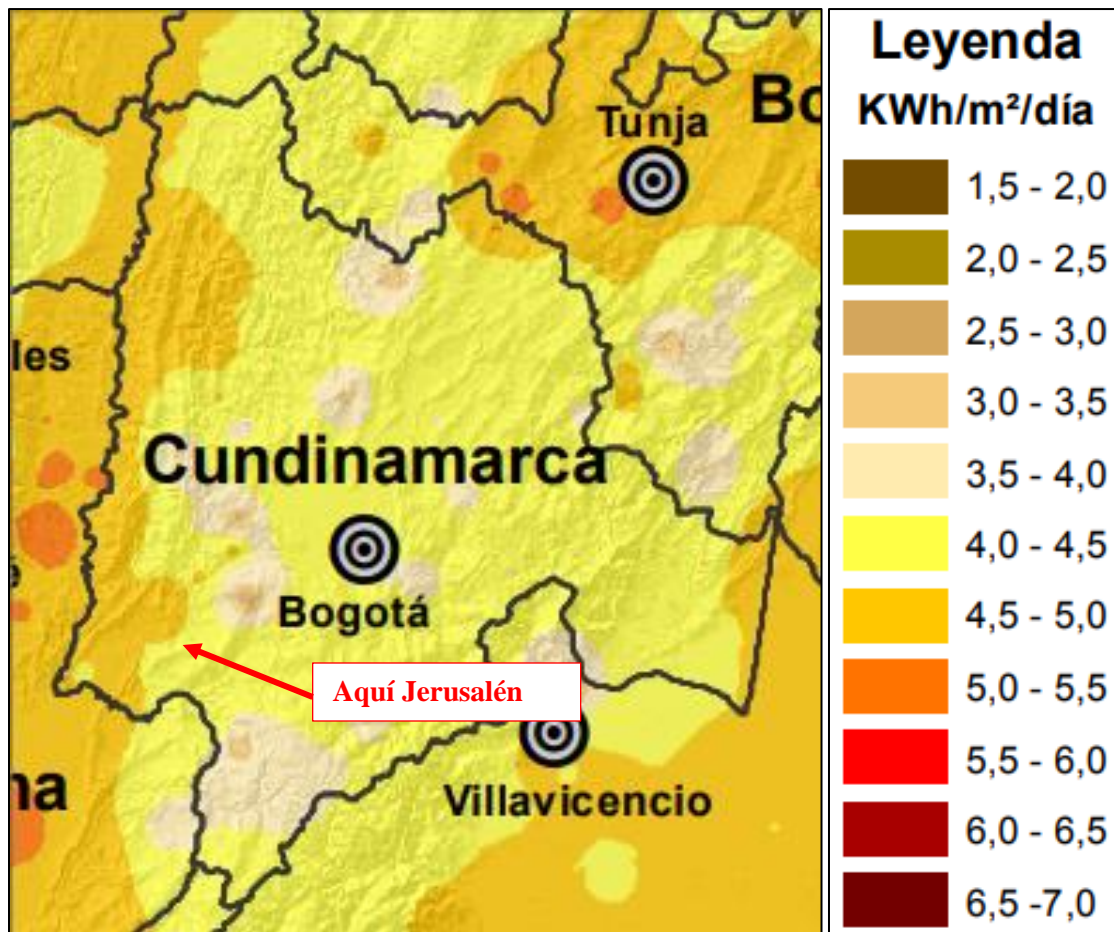


Figura 9. Mapa de irradiación solar Cundinamarca

Fuente: UPME

Recuperado de: <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasRadiacion.html>

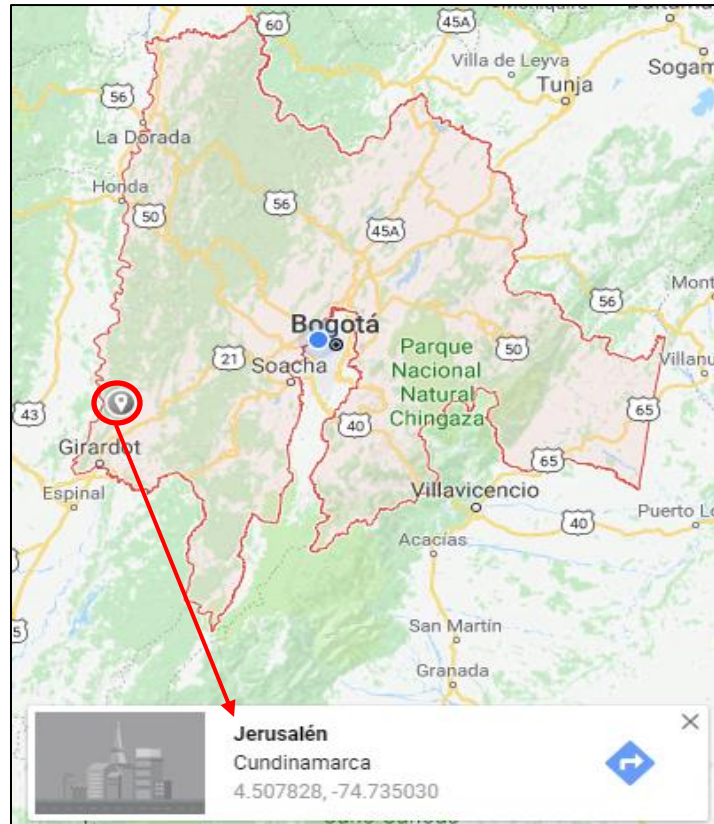


Figura 10. Mapa ubicación geográfica Jerusalén Cundinamarca

Fuente: Google Maps – Ubicación geográfica Jerusalén – Cundinamarca.

Recuperado de: <https://www.google.com.co/maps/place/Cundinamarca/>

De acuerdo a la **Figura 9. Mapa de irradiación solar Cundinamarca** e **Figura 10. Mapa ubicación geográfica Jerusalén Cundinamarca** se puede evidenciar una incidencia solar en la zona de Jerusalén – Cundinamarca de $4,5 - 5,0 \text{ kWh/m}^2$.

- **Paneles solares fotovoltaicos.**

Los paneles solares cuentan con unas células solares o fotovoltaicas que transforman la energía solar en electricidad, este proceso se denomina efecto fotoeléctrico. El efecto fotoeléctrico consiste en la emisión de electrones de un material cuando incide sobre él radiación electromagnética (Luz ultravioleta). Por lo anterior, los paneles fotovoltaicos cuentan con una red de células conectadas en serie para aumentar la tensión de salida al valor deseado y

adicionalmente se conectan varias redes en paralelo para aumentar la corriente que puede suministrar el dispositivo, esto dependiendo de la necesidad de carga del sistema.

Para el caso del proyecto la cantidad paneles solares se estima a partir del consumo de energía del sitio de instalación. A continuación, se realizarán los cálculos para dimensionar los paneles para instalar en las estaciones solares.

Cálculo HPS: cálculo de las horas de sol pico o HPS, es decir, el número de horas en que se dispone de una irradiación solar constante.

Ecuación 1. Cálculo HPS

$$HPS = \frac{\text{Irradiación incidente en la zona}}{\text{Potencia de irradiancia estandar}}$$

$$HPS = \frac{5kWh / m^2 / día}{1 kW / m^2}$$

$$HPS = 5$$

Fuente: Construcción del autor.

Cálculo de consumo diario: Consumo de energía diaria en una vivienda durante todo el año, como se muestra en la Tabla 10. Consumo diario por vivienda.

Tabla 10. Consumo diario por vivienda

ITEM	CANTIDAD	DESCRPCIÓN CARGA	POTENCIA UNITARIA (kW)	HORAS DE FUNC. DIARIAS	TOTAL ENERGÍA NECESARIA (KWh)
1	5	Bombillo Led	0,007	5	0,175
2	1	Televisor LCD	0,060	6	0,36
3	1	Nevera	9,50	24	228
4	1	Minicomponente	0,040	5	0,2
5	1	Lavadora	0,4	2	0,8
6	1	ventilador	0,004	6	0,024
Total kWh Diarios					229,6

Fuente: Construcción del autor.

Posterior al consumo diario obtenido en la **Tabla 10. Consumo diario por vivienda**, se debe calcular el consumo medio diario bajo la siguiente expresión.

Ecuación 2. Fórmula de consumo diario medio

$$Lmd = \frac{Lmd, DC + (Lmd, AC / n, inv)}{n, Bat * n, con}$$

$$Lmd = 0 + \frac{\left(\frac{230}{0,9}\right)}{0,95 * 1}$$

$$Lmd = 268 \text{ kWh/día}$$

Fuente: Construcción del autor.

Cálculo de número de paneles fotovoltaicos requeridos: A continuación, se determinará el número de paneles a implementar en las estaciones solares de acuerdo a la demanda de energía por vivienda.

Ecuación 3. Fórmula para calcular número de paneles

$$N = Lmd / P(mpp) * HPS * PR$$

$$N = (268 / 0,500) * 5 * 0,9$$

$$N = 2 \text{ PANELES FOTOVOLTAICOS}$$

Fuente: Construcción del autor.

Según los cálculos obtenidos para determinar el número de dispositivos solares fotovoltaicos requeridos para la aplicación, se implementarán paneles de policristalino de 250 W. A continuación, en la **Tabla 11. Ficha técnica paneles 250 W** se presentará la ficha técnica de los paneles a utilizar. (CORADIR, 2018).

Tabla 11. Ficha técnica paneles 250 W

Continuación **Tabla 11. Ficha técnica paneles 250 W**

PROPIEDADES TÉCNICAS	
Potencia máxima nominal (Pmax)	250W
Voltaje a (Pmax)	30,65V
Voltaje a circuito abierto (Voc)	37,8V
Corriente de cortocircuito (Isc)	8,74A

Continuación *Tabla 11. Ficha técnica paneles 250 W*

Eficiencia de celdas (%)	17,40%
Eficiencia del módulo	15,30%
Temperatura de operación (°C)	-40°C : +85°C
Voltaje máximo del sistema	DC 1.000V (TUV) / DC 600V (UL)
Fusible serie máximo	15A
Tolerancia a potencia máxima	±3 %
Coefficiente de temperatura a (Pmax)	(-0,45±0,05)% / °C
Coefficiente de temperatura a (Voc)	(-0,05±0,01)% / °C
Coefficiente de temperatura a (Isc)	(-0,35±0,05)% / °C
NOTC	(47 ± 2) / °C
Grado de protección	MC4, resistente a radiación UV, IP 67.
Panel frontal	Vidrio templado 3,2 mm de espesor.
Celdas	60(6x10) Policristalino 156x156 mm.
Dimensiones	1.640x992x40 mm.
Peso	19,5 kg.
Test de condiciones estándar 1.000W/m² ; Temp. Del módulo 25°C, AM=1,5	

Fuente: Coradir S.A.

Recuperado de: https://descargasvps.coradir.com.ar/upload/folleto/folleto_panel_solar_250.pdf

- **Acumuladores de carga o baterías.**

Para establecer la capacidad de acumulación (CA_{BAT}) de los acumuladores, primero se debe estimar la autonomía deseada en caso de tener días con alta nubosidad que afecten la irradiación solar.

Ecuación 4. Fórmula capacidad de acumulación baterías

$$CA(BAT) = (Energía\ requerida * días\ de\ autonomia) / (voltaje * profundidad\ de\ descarga)$$

$$CA(BAT) = (268 * 4) / (24 * 0,6)$$

$$CA(BAT) = 75\ Ah$$

Recuperado de: <http://clickrenovables.com/blog/como-calcular-una-instalacion-solar-fotovoltaica-en-5-pasos/>

Teniendo en cuenta la capacidad de acumulación obtenida y la autonomía requerida, las estaciones solares se implementarán con un arreglo de dos (2) baterías de 12V - 40Ah, las cuales cumplirán con la corriente demanda de 75 Ah según los cálculos realizados. Dichas baterías

brindan gran rendimiento y una vida útil superior a 10 años, dependiendo de su operación y adecuado mantenimiento. A continuación se presenta la ficha técnica de las baterías requeridas, ver **Tabla 12. Ficha técnica baterías 12V-40Ah.**

Tabla 12. Ficha técnica baterías 12V-40Ah

PROPIEDADES TÉCNICAS	
Alto	197 mm.
Ancho	165 mm.
Profundo	170 mm.
Peso aproximado	15 kg.
Voltaje nominal	12V.
Número de celdas	6
Capacidad Nominal (25 °C)	10 horas (4A - 10,8V) - 40 Ah
Corriente de corto circuito	900A

Fuente: Autosolar Energy Solutions.

Recuperado de: <https://autosolar.es/baterias-agm-12v/bateria-12v-40ah-agm-vision>

- **Dispositivos de control.**

En esta etapa final se identificarán las características los dispositivos de control, siendo estos el regulador de carga y el convertidor de corriente continua a corriente alterna o comúnmente denominado inversor.

En primer equipo dimensionar es el controlador de carga, el cual está determinado por el producto de la corriente de cortocircuito de un panel (I_{cs}) por la cantidad de paneles calculados para la aplicación, adicionalmente se tiene en cuenta la tensión de la aplicación que en este caso es 12 V_{DC}.

Ecuación 5. Cálculo de intensidad de entrada regulador

$$I_{in}(\text{regulador}) = 1,25 * I_{mod} * \text{No. paneles}$$

Recuperado de: <https://www.sfe-solar.com/baterias-solares/manual-calculo/>

Siendo **I_{mod}** la corriente de cortocircuito unitaria del panel y 1,25 un factor de seguridad para salvaguardar el regulador.

$$I_{in}(\text{regulador}) = 1,25 * 8,74 * 2$$

$$I_{in}(\text{regulador}) = 21,85A$$

Recuperado de: <https://www.sfe-solar.com/baterias-solares/manual-calculo/>

Para el caso de la aplicación se implementará un regulador de 12V – 20 A, se considera adecuado este dispositivo ya que el cálculo está determinado con un factor de seguridad. La finalidad de dicho dispositivo es proporcionar mayor durabilidad a la batería evitando descargas no adecuadas o sobretensiones. A continuación se presenta la ficha técnica del regulador de carga estimado, ver **Tabla 13. Ficha técnica regulador de carga**.

Tabla 13. Ficha técnica regulador de carga

Conitnuación <i>Tabla 13. Ficha técnica regulador de carga</i>				
PRODIEDADES TÉCNICAS				
DESCRIPCIÓN	12/24-5	12/24-10	12/24-20	12/24-30
tensión de batería	12/24V con detección automática de la tensión de entrada			
Corriente de carga nominal	5A	10A	20A	30A
Desconexión automática de la carga	SI			
Tensión solar máxima	28/55V			
Autoconsumo	<10mA			
Salida a carga	Control manual + desconexión por baja tensión			
Protección	Inversión de la polaridad de la batería (fusible) Corto circuito de salida Sobrettemperatura			
Sensor de temperatura de la batería	Opcional			
Compensación de temperatura	-30mV/°C, -60mV/°C (Si tiene sensor instalado)			
Panel remoto	Opcional			
Puesta a tierra	Positivo común			
Rango de temp. De funcionamiento	-20 a 50°C			
Humedad sin condensación	Máxima 98%			
VALORES PREDETERMINADOS				
Carga de absorción	14,4/28,8V			
Carga de flotación	13,8/27,6V			
Carga de ecualización	14,6/29,2V			
Desconexión de carga por baja tensión	11,1/22,2V			
Reconexión de carga por baja tensión	12,6/25,2V			
CARCASA				
Tamaño de los terminales	4mm ²	4mm ²	10mm ²	10mm ²

Conitnuación <i>Tabla 13. Ficha técnica regulador de carga</i>				
Tipo de protección	IP 30			
Peso	0,13 Kg	0,13 Kg	0,3 Kg	0,5 Kg
Dimesniones	138x70x37mm	138x70x37mm	160x82x48mm	200x100x57mm
ESTÁNDARES				
Seguridad	IEC 62109-1			

Fuente: *Autosolar Energy Solutions*.

Recuperado de: https://autosolar.es/pdf/Regulador_de_carga_Victron.pdf

En último lugar se tiene el módulo inversor, el cual se encargará de la disposición final de la energía captada por la estación solar. Para su dimensionamiento solo se debe calcular la suma de las potencias de las cargas de corriente alterna.

Para este caso, las cargas están estimadas en 706 W más un margen de seguridad del 20%.

Ecuación 6. Cálculo de capacidad de inversor

$$P_{inv} = 1,2 * PAC$$

$$P_{inv} = 1,2 * 706$$

$$P_{inv} = 847 W$$

Fuente: Construcción del autor.

Por lo anterior se requiere un inversor de 850 W aproximadamente. Sin embargo, se debe tener en cuenta que algunas de las cargas en AC son de tipo inductivo que pueden tener picos de arranque, esto para el caso de la lavadora, el ventilador y la nevera. Por esta razón, para evitar problemas y bajo rendimiento del sistema, se debe hacer un sobredimensionamiento que contemple lo picos de arranque, que pueden llegar a ser (4) veces la potencia nominal.

Ecuación 7. Cálculo de potencia inversor con picos de arranque

$$P_{inv} = 1,2 * PAC(pico)$$

$$P_{inv} = 1,2 * ((404 * 4) + 202)$$

$$P_{inv} = 2,2 kW$$

Fuente: Construcción del autor.

A continuación se presenta la ficha técnica del inversor estimado para la aplicación **Tabla 14.**

Especificaciones técnicas inversor 1,0 kW.

Tabla 14. Especificaciones técnicas inversor 1,0 kW

ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO	
Tensión de entrada	24 VDC
Tensión de salida	110 VAC
Tipo de onda	Onda pura
Capacidad	1,0 kW
Energía pico de arranque	2,0 kW
Frecuencia	60 Hz
Eficiencia	89-92 %
Protecciones	Sobrecarga, descargas y temperatura

Fuente: Improinde S.A.S

- **Cantidad de equipos a instalar por estación solar a instalar.**

A continuación en la Tabla 15. Cantidad y precios de equipos requeridos por estación solar se presentan los dispositivos requeridos para la instalación por estación solar, mencionando cantidades y precios.

Tabla 15. Cantidad y precios de equipos requeridos por estación solar

ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO			
Dispositivo	Cantidad		Precio
Panel solar fotovoltaico	2	\$	750.000,00
Regulador de carga	1	\$	180.000,00
Baterías	2	\$	220.000,00
Inversor	1	\$	400.000,00
Mini – interruptores	1	\$	20.000,00
Fusibles	6	\$	30.000,00
		\$	1.600.000,00

Fuente: Construcción del autor.

2.2.1.3.3 Requerimientos del proyecto.

De acuerdo a los requerimientos del proyecto, a continuación se presenta el mapa de procesos de la organización para así identificar los recursos técnicos y materiales necesarios para el desarrollo del proyecto.

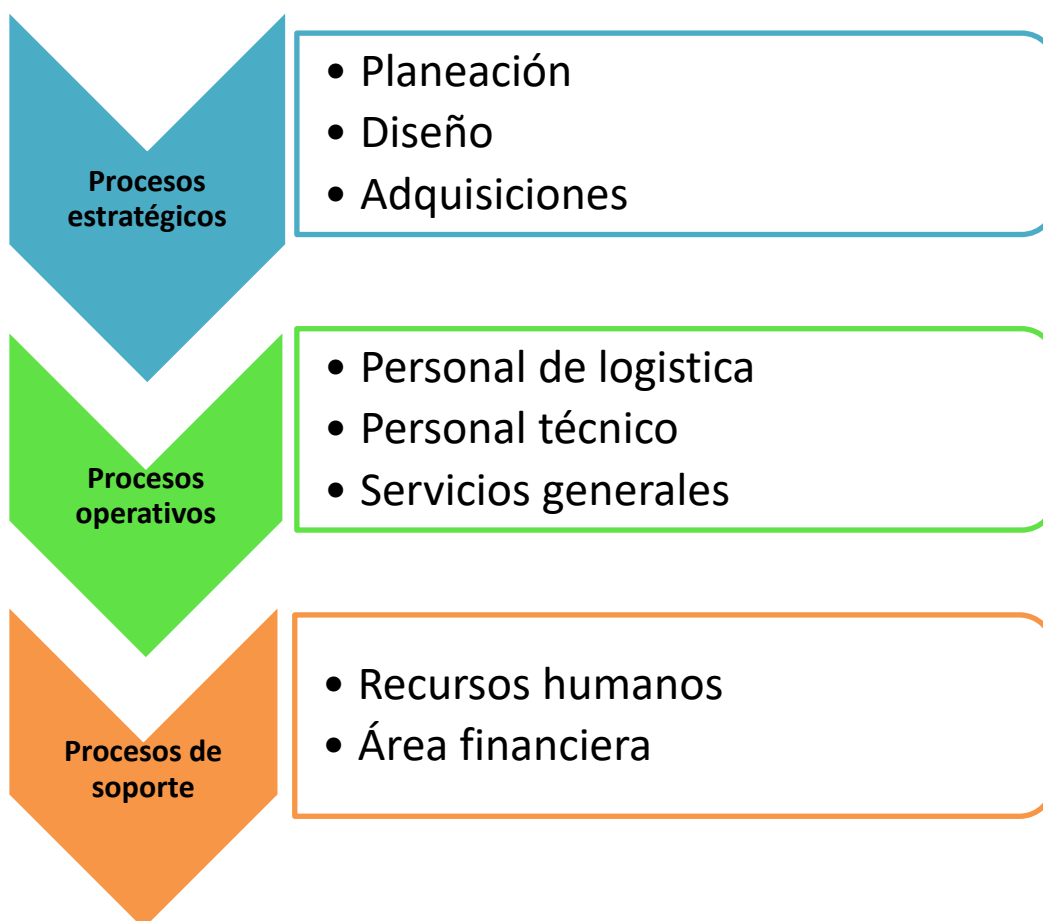


Figura 11. Mapa de procesos de la organización

Fuente: Construcción del autor.

Conforme a los procesos establecidos en la

Figura 11. Mapa de procesos de la organización, a continuación se presentan los recursos técnicos y materiales necesarios para la ejecución del proyecto.

- **Personal técnico y administrativo.**
 - Gerente de proyecto.

- Ingeniero electrónico / Ingeniero eléctrico.
- Profesional financiero.
- Profesional en recursos humanos.
- Profesional de compras.
- Auxiliar de bodega o almacén.
- Auxiliar de ingeniería.
- Técnico de instalación.
- Auxiliar servicios generales.
- **Requerimiento de equipos y herramientas.**
 - Herramienta manual.
 - Taladro.
 - Pulidora.
 - Multímetro digital.
 - Pinza voltiamperimétrica.
 - Detector de tensión.
 - Equipo de trabajo en alturas.
- **Infraestructura.**
 - Bodega.
 - Bancos de prueba.
 - Oficinas y equipos de cómputo y comunicación asociados.
 - Almacén de inventarios y herramientas.

Para el caso de traslado de personal y equipos se contemplan las siguientes condiciones:

- **Traslado de equipos adquiridos para la producción.**

En este caso, el traslado de todos los suministros y componentes adquiridos serán responsabilidad del proveedor. Por esta razón, todas las entregas de material se deben realizar en el almacén del proyecto.

- **Traslado de personal técnico, herramientas y equipos.**

Para el traslado de personal técnico, herramientas y equipos a instalar, se realizará la contratación de transporte especial para dicha movilización.

2.2.1.3.4 Técnicas de predicción para la producción.

Dada la naturaleza del proyecto, se implementará una técnica cualitativa para la predicción de la producción de las estaciones solares. Dicha predicción está ligada al desempeño de los equipos instalados en la zona rural seleccionada para la ejecución del proyecto. En este caso, posterior a la instalación de los equipos se realizará seguimiento a la funcionalidad por medio de una lista de chequeo que permitirá identificar si los equipos cumplen con las especificaciones técnicas establecidas y así poder mejorar o mantener la dinámica de fabricación de los equipos teniendo en cuenta los equipos que integran las estaciones solares o el recurso técnico que las manufactura.

2.3 Estudio económico – Financiero

Este estudio está conformado por la información de carácter monetario, en función del estudio técnico y tiene como fundamento la evaluación de la rentabilidad económica del proyecto. Está compuesto por el monto de los recursos económicos necesarios para la implementación del proyecto, así como la determinación del costo total requerido para su operación.

2.3.1 Estimación de costos de inversión del proyecto.

Los costos de inversión se estiman desde la concepción de la idea que da origen al proyecto hasta poco antes de la generar del primer producto. En este caso, la estimación de costos del proyecto se realizó a partir del cronograma de actividades teniendo en cuenta los recursos técnicos, humanos e insumos para su desarrollo.

2.3.1.1 Estructura de desagregación del trabajo.

La estructura de EDT permite identificar la conformación del proyecto en forma general o paquetes con el fin de observar la composición de los entregables de forma organizada, ver

Figura 12. Estructura de Desagregación del Trabajo.

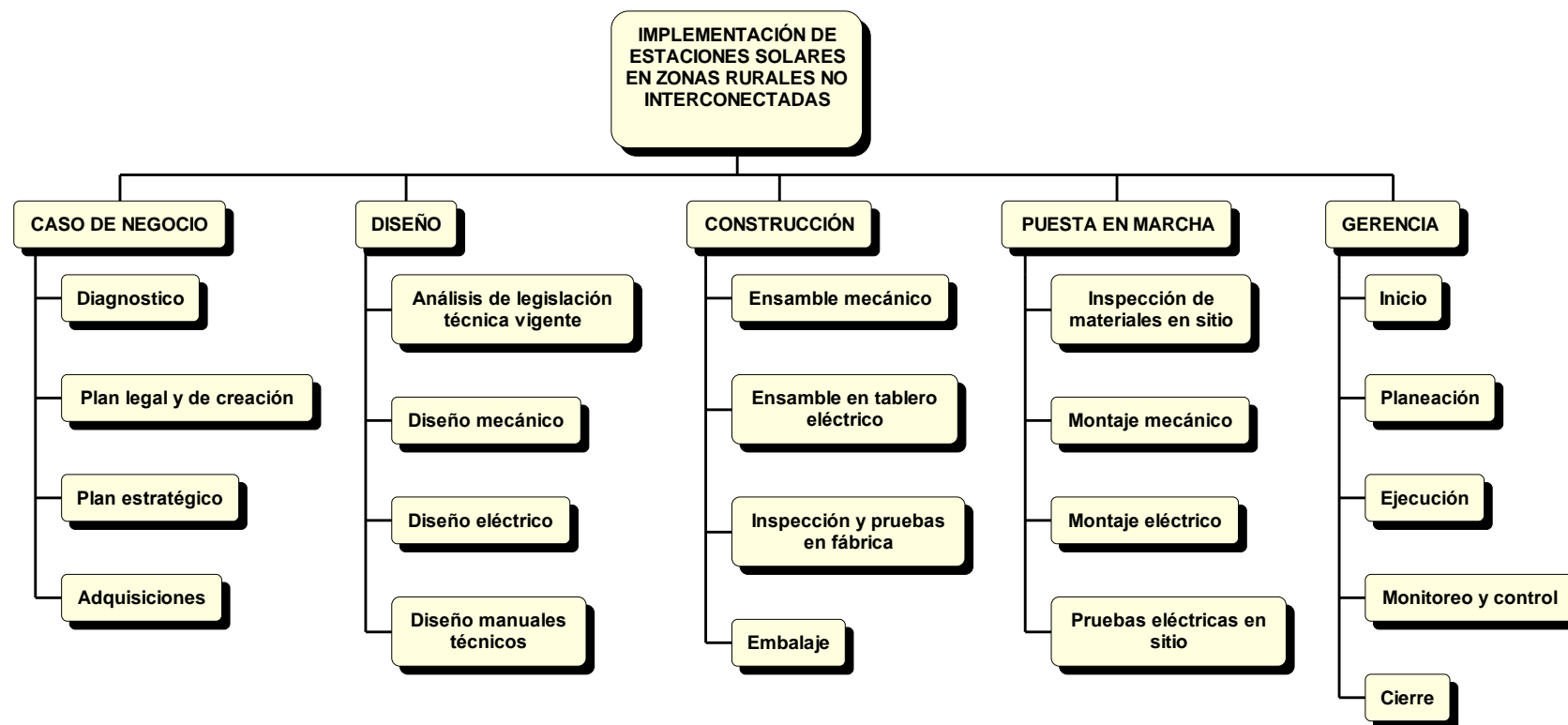


Figura 12. Estructura de Desagregación del Trabajo

Fuente: Construcción del autor.

2.3.1.2 Estructura de desagregación de recursos.

En la **Figura 13. Estructura de desagregación de recursos**, se muestra la estructura de desagregación de los recursos donde se clasifican en recursos humanos, equipos, insumos y software, necesarios para cuantificar las actividades del proyecto y estimar los costos asociados.

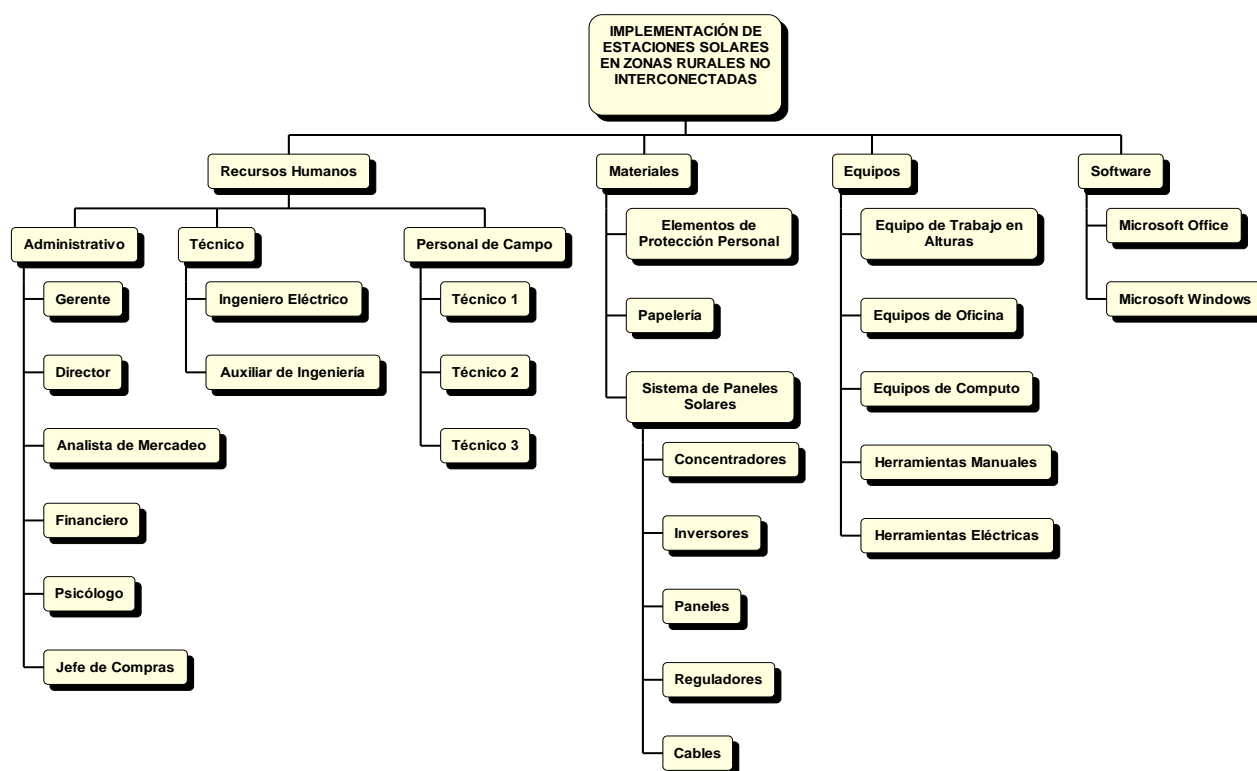


Figura 13. Estructura de desagregación de recursos

Fuente: Construcción del autor.

2.3.1.3 Estructura de desagregación de costos.

Los costos se encuentran divididos de la siguiente forma:

- **Costos Directos.**

En esta categoría se clasifican los costos necesarios para la ejecución de las actividades del proyecto y se mencionan a continuación.

- **Salarios:** Pagos necesarios del personal vinculado al proyecto.
- **Recursos humanos:** Identificados para desarrollar las actividades.

- **Servicios públicos:** Necesarios para el funcionamiento del proyecto.
- **Costos Indirectos**

Son aquellos costos que no se pueden asignar a una sola actividad del proyecto.

- **Insumos:** Materiales requeridos para implementar y ejecutar actividades.
- **Depreciaciones:** Disminución periódica del valor de un bien o inmueble que se usa para la ejecución de labores en el proyecto.
- **Intereses:** Es el costo que se paga por el uso de una suma de dinero a modo de préstamo.

2.3.1.4 Estimación de costos de los entregables del proyecto.

En la *Figura 14. Estructura de desagregación de costos* se presenta la estructura de desagregación de costos en la que se puede observar el costo total de proyecto a tercer nivel de desagregación.

Adicionalmente, en la *Tabla 16. Distribución de costos por paquete de trabajo* se muestra la distribución del costo por paquete de trabajo según sus entregables.

Tabla 16. Distribución de costos por paquete de trabajo

Continuación *Tabla 16. Distribución de costos por paquete de trabajo*

No.	ACTIVIDADES	Costo
1	IMPLEMENTACIÓN DE ESTACIONES SOLARES EN ZONAS RURALES NO INTERCONECTADAS	\$157,64
1.1	CASO DE NEGOCIO	\$98,13
1.1.1	Diagnóstico	\$7,98
1.1.1.1	Estado del arte	\$0,88
1.1.1.1.1	Diagnóstico de estado	\$0,88
1.1.1.2	Estudios de Factibilidad	\$5,81
1.1.1.2.1	Estudio de mercado	\$2,47
1.1.1.2.1.1	Panorama del Sector	\$0,64
1.1.1.2.1.1.1	Informe del panorama	\$0,64
1.1.1.2.1.2	Oferta	\$0,52
1.1.1.2.1.2.1	Reporte de Oferta	\$0,52
1.1.1.2.1.3	Demanda	\$0,55
1.1.1.2.1.3.1	Reporte Demanda	\$0,55

Continuación *Tabla 16. Distribución de costos por paquete de trabajo*

No.	ACTIVIDADES	Costo
1.1.1.2.1.4	impacto Económico	\$0,75
1.1.1.2.1.4.1	Informe Impacto Económico	\$0,75
1.1.1.2.2	Estudio de población	\$1,23
1.1.1.2.2.1	Encuestas	\$0,98
1.1.1.2.2.2	Resultados estudio poblacional	\$0,25
1.1.1.2.3	Estudio social y ambiental	\$1,33
1.1.1.2.3.1	Informe impacto social	\$0,67
1.1.1.2.3.2	Informe impacto ambiental	\$0,67
1.1.1.2.4	Estudio de viabilidad financiera	\$0,79
1.1.1.2.4.1	Presupuesto Preliminar	\$0,79
1.1.1.3	Estudios técnicos	\$1,29
1.1.1.3.1	Reporte Datos de campo de Consumo de energía	\$0,70
1.1.1.3.2	Informe Min. Minas y Energía	\$0,33
1.1.1.3.3	informe de incidencia solar en la zona	\$0,26
1.1.2	Plan legal y de creación	\$5,59
1.1.2.1	Registro ante cámara de comercio	\$0,16
1.1.2.2	Registro ante DIAN	\$0,16
1.1.2.3	Recursos financieros	\$5,27
1.1.2.3.1	Estudio de Alternativas	\$1,39
1.1.2.3.2	Selección de Alternativas	\$3,87
1.1.2.3.2.1	Formalización de Acuerdos	\$1,00
1.1.2.3.2.2	Desembolso de Fondos	\$2,87
1.1.3	Plan estratégico	\$5,16
1.1.3.1	Misión, Visión Valores	\$0,11
1.1.3.2	Político y legal	\$0,12
1.1.3.3	Socio-cultural	\$0,14
1.1.3.4	Plan administrativo	\$3,07
1.1.3.4.1	Procedimiento de recursos humanos	\$0,49
1.1.3.4.2	Procedimiento financiero	\$0,54
1.1.3.4.3	Procedimiento comercial	\$0,57
1.1.3.4.4	Procedimiento de compras	\$0,47
1.1.3.4.5	Procedimiento de costos	\$1,01
1.1.3.5	Plan operativo	\$1,72
1.1.3.5.1	Procedimiento de calidad	\$0,61
1.1.3.5.2	Procedimiento de producción	\$0,57
1.1.3.5.3	Procedimiento de servicio técnico	\$0,55
1.1.4	Adquisiciones	\$79,39
1.1.4.1	Recursos Humanos	\$4,78
1.1.4.1.1	Personal técnico	\$2,50
1.1.4.1.2	Personal Administrativo	\$2,28
1.1.4.2	Infraestructura	\$68,06

Continuación *Tabla 16. Distribución de costos por paquete de trabajo*

No.	ACTIVIDADES	Costo
1.1.4.2.1	Oficinas	\$20,47
1.1.4.2.1.1	Equipos de Computo	\$20,47
1.1.4.2.2	Bodega (arrendamiento)	\$26,09
1.1.4.2.3	Mobiliario y dotación	\$8,24
1.1.4.2.4	Herramientas y equipos	\$13,25
1.1.4.2.4.1	Herramientas Manuales	\$0,76
1.1.4.2.4.2	Herramientas Eléctricas	\$1,93
1.1.4.2.4.3	Arnés Trabajo Alturas	\$3,05
1.1.4.2.4.4	Eslingas Trabajo Alturas	\$3,45
1.1.4.2.4.5	Línea de Vida	\$4,05
1.1.4.3	Compra de materiales	\$6,56
1.1.4.3.1	Consumibles	\$0,57
1.1.4.3.1.1	Papelería	\$0,27
1.1.4.3.1.2	Cafetería	\$0,30
1.1.4.3.2	Dotación Personal	\$5,99
1.1.4.3.2.1	Casco	\$0,43
1.1.4.3.2.2	Monogafas	\$0,23
1.1.4.3.2.3	Guantes	\$0,33
1.1.4.3.2.4	Protectores auditivos	\$0,13
1.1.4.3.2.5	Overol	\$1,43
1.1.4.3.2.6	Botas	\$3,03
1.1.4.3.2.7	Protector solar	\$0,43
1.2	DISEÑO	\$3,50
1.2.1	Análisis de legislación técnica vigente.	\$0,74
1.2.1.1	Reporte Legal	\$0,74
1.2.2	Diseño mecánico	\$0,91
1.2.2.1	Diseño base paneles fotovoltaicos	\$0,24
1.2.2.1.1	Planos mecánicos	\$0,18
1.2.2.1.2	Listado de materiales	\$0,06
1.2.2.2	Diseño de soportes de anclaje	\$0,33
1.2.2.2.1	Planos mecánicos	\$0,26
1.2.2.2.2	Listado de materiales	\$0,07
1.2.2.3	Diseño de tablero eléctrico	\$0,34
1.2.2.3.1	Planos mecánicos	\$0,29
1.2.2.3.2	Listado de materiales	\$0,04
1.2.2.4	Memorias de calculo	\$0,00
1.2.3	Diseño eléctrico	\$1,22
1.2.3.1	Diseño etapa receptora	\$0,40
1.2.3.1.1	Planos eléctricos	\$0,24
1.2.3.1.2	Especificaciones técnicas	\$0,08
1.2.3.1.3	Memorias de calculo	\$0,03

Continuación *Tabla 16. Distribución de costos por paquete de trabajo*

No.	ACTIVIDADES	Costo
1.2.3.1.4	Listado de equipos y materiales	\$0,04
1.2.3.2	Diseño etapa de potencia	\$0,53
1.2.3.2.1	Planos eléctricos	\$0,31
1.2.3.2.2	Especificaciones técnicas	\$0,12
1.2.3.2.3	Memorias de calculo	\$0,05
1.2.3.2.4	Listado de equipos y materiales	\$0,05
1.2.3.3	Diseño etapa de control	\$0,29
1.2.3.3.1	Planos eléctricos	\$0,18
1.2.3.3.2	Especificaciones técnicas	\$0,05
1.2.3.3.3	Memorias de calculo	\$0,03
1.2.3.3.4	Listado de equipos y materiales	\$0,03
1.2.4	Diseño Manuales Técnicos	\$0,64
1.2.4.1	Manual de operación.	\$0,30
1.2.4.2	Manual de mantenimiento.	\$0,18
1.2.4.3	Manual de identificación de fallas.	\$0,16
1.3	CONSTRUCCIÓN	\$0,39
1.3.1	Ensamble mecánico	\$0,28
1.3.1.1	Armado de estructura paneles solares	\$0,04
1.3.1.1.1	Reporte dimensional	\$0,04
1.3.1.2	Armado de soportes de anclaje	\$0,18
1.3.1.2.1	Reporte dimensional	\$0,03
1.3.1.3	Reporte aceptación de estructura metálica	\$0,04
1.3.1.4	Reporte aceptación de tablero	\$0,03
1.3.2	Ensamble en Tablero eléctrico	\$0,04
1.3.2.1	Ensamble etapa de potencia	\$0,02
1.3.2.1.1	Montaje de equipos de potencia	\$0,01
1.3.2.1.2	Interconexiones sistema de potencia	\$0,00
1.3.2.1.3	Reporte aceptación montaje de potencia	\$0,01
1.3.2.2	Ensamble etapa de control	\$0,02
1.3.2.2.1	Montaje de equipos de control	\$0,01
1.3.2.2.2	Interconexiones sistema de control	\$0,00
1.3.2.2.3	Reporte aceptación montaje de control	\$0,00
1.3.3	Inspección y pruebas en fábrica	\$0,05
1.3.3.1	Inspección visual	\$0,02
1.3.3.1.1	Identificación de piezas defectuosas	\$0,01
1.3.3.1.2	Verificación dimensional respecto a planos	\$0,01
1.3.3.1.3	Reporte aceptación inspección visual	\$0,01
1.3.3.2	Inspección eléctrica	\$0,01
1.3.3.2.1	Inspección de equipos	\$0,01
1.3.3.2.1.1	Verificación de referencias e identificación de equipos.	\$0,00
1.3.3.2.1.2	Verificación de ajuste en puntos de conexión	\$0,00

Continuación *Tabla 16. Distribución de costos por paquete de trabajo*

No.	ACTIVIDADES	Costo
1.3.3.2.1.3	Medición por continuidad de conexiones	\$0,01
1.3.3.2.1.3.1	Continuidad de circuitos de potencia	\$0,00
1.3.3.2.1.3.2	Continuidad de circuitos de control	\$0,00
1.3.3.3	Pruebas eléctricas en fábrica	\$0,01
1.3.3.3.1	Exposición solar en paneles fotovoltaicos	\$0,00
1.3.3.3.1.1	Medición de voltaje generado	\$0,00
1.3.3.3.2	Pruebas funcionales en regulador de carga	\$0,01
1.3.3.3.2.1	Inyección de voltaje y corriente	\$0,01
1.3.3.3.2.1.1	Medición de voltaje de entrada y salida	\$0,00
1.3.3.3.2.1.2	medición de corriente de salida	\$0,00
1.3.3.3.3	Pruebas funcionales en inversor	\$0,00
1.3.3.3.3.1	Inyección de voltaje	\$0,00
1.3.3.3.3.1.1	Medición de voltaje de entrada y salida	\$0,00
1.3.3.3.4	Pruebas funcionales baterías	\$0,00
1.3.3.3.4.1	Medición de voltaje de salida	\$0,00
1.3.3.3.4.2	Medición de tiempo de carga y descarga	\$0,00
1.3.3.4	Protocolo de inspección y pruebas en fábrica	\$0,00
1.3.4	Embalaje	\$0,02
1.3.4.1	Embalar unidades de empaque	\$0,02
1.3.4.1.1	Paneles solares	\$0,00
1.3.4.1.2	Estructura y soportes mecánicos	\$0,00
1.3.4.1.3	Tablero eléctrico	\$0,00
1.3.4.1.4	Dossier	\$0,01
1.3.4.1.4.1	Especificaciones técnicas	\$0,00
1.3.4.1.4.2	Planos eléctricos y mecánicos	\$0,00
1.3.4.1.4.3	Manuales técnicos	\$0,00
1.3.4.1.4.4	Reportes y protocolos de fábrica	\$0,00
1.3.4.1.4.5	Carta de garantía	\$0,00
1.3.4.2	Orden de despacho	\$0,00
1.4	PUESTA EN MARCHA	\$0,05
1.4.1	Inspección de materiales en sitio	\$0,00
1.4.1.1	Verificación de unidades de empaque	\$0,00
1.4.1.2	Desembalaje de materiales	\$0,00
1.4.2	Montaje mecánico	\$0,03
1.4.2.1	Montaje de soportes de paneles solares	\$0,01
1.4.2.2	Montaje de estructura y paneles solares	\$0,01
1.4.2.3	Anclaje de tablero eléctrico	\$0,01
1.4.3	Montaje eléctrico	\$0,01
1.4.3.1	Conexiónado de acometidas de fuerza	\$0,00
1.4.3.2	Conexiónado de acometidas de distribución	\$0,00
1.4.4	Pruebas eléctricas en sitio	\$0,01

Continuación *Tabla 16. Distribución de costos por paquete de trabajo*

No.	ACTIVIDADES	Costo
1.4.4.1	Exposición solar en paneles fotovoltaicos	\$0,00
1.4.4.1.1	Medición de voltaje generado	\$0,00
1.4.4.2	Pruebas funcionales en regulador de carga	\$0,00
1.4.4.2.1	Medición de voltaje de entrada y salida	\$0,00
1.4.4.2.2	medición de corriente de salida	\$0,00
1.4.4.3	Pruebas funcionales en inversor	\$0,00
1.4.4.3.1	Medición de voltaje de entrada y salida	\$0,00
1.4.4.4	Pruebas funcionales baterías	\$0,00
1.4.4.4.1	Medición de voltaje de entrada	\$0,00
1.4.4.4.2	Medición de voltaje de salida	\$0,00
1.4.4.4.3	Medición de tiempo de carga y descarga	\$0,00
1.4.4.5	Inducción a usuario final	\$0,01
1.4.4.5.1	Divulgación de componentes	\$0,00
1.4.4.5.2	Modo de operación	\$0,00
1.4.4.5.3	plan de mantenimiento	\$0,00
1.5	GERENCIA	\$55,57
1.5.1	Inicio	\$2,04
1.5.1.1	Gestión de Integración	\$1,17
1.5.1.1.1	Acta de constitución	\$1,17
1.5.1.2	Gestión de involucrados	\$0,87
1.5.1.2.1	Listado de Interesados	\$0,87
1.5.2	Planeación	\$19,62
1.5.2.1	Gestión de integración	\$3,51
1.5.2.1.1	Plan de Dirección del proyecto	\$3,51
1.5.2.2	Gestión de Alcance	\$5,39
1.5.2.2.1	Plan de gestión de Alcance	\$3,47
1.5.2.2.2	Estructura de Desagregación del trabajo (EDT)	\$1,93
1.5.2.3	Gestión de Tiempo	\$2,82
1.5.2.3.1	Definición de Actividades	\$0,52
1.5.2.3.2	Definición de Recursos	\$0,41
1.5.2.3.3	Definición de Duración	\$0,85
1.5.2.3.4	Cronograma del proyecto	\$1,04
1.5.2.4	Gestión de Costo	\$1,34
1.5.2.4.1	Definición de Costos	\$0,63
1.5.2.4.2	Presupuesto	\$0,71
1.5.2.5	Gestión de Calidad	\$1,56
1.5.2.5.1	Plan de gestión de Calidad	\$1,56
1.5.2.6	Gestión de Recursos Humanos	\$1,37
1.5.2.6.1	Plan de gestión de recursos Humanos	\$1,37
1.5.2.7	Gestión de las Comunicaciones	\$0,96
1.5.2.7.1	Plan de gestión de las comunicaciones	\$0,96

Continuación *Tabla 16. Distribución de costos por paquete de trabajo*

No.	ACTIVIDADES	Costo
1.5.2.8	Gestión de Riesgos	\$1,71
1.5.2.8.1	Plan de Gestión de Riesgos	\$1,71
1.5.2.8.1.1	Identificar Riesgos	\$0,56
1.5.2.8.1.2	Análisis Cualitativo	\$0,45
1.5.2.8.1.3	Análisis Cuantitativo	\$0,33
1.5.2.8.1.4	Plan de respuesta	\$0,37
1.5.2.9	Gestión de Adquisiciones	\$0,56
1.5.2.9.1	Plan de Gestión de Adquisiciones	\$0,56
1.5.2.10	Gestión de Interesados	\$0,41
1.5.2.10.1	Plan de Gestión de interesados	\$0,41
1.5.3	Ejecución	\$18,98
1.5.3.1	Gestión de Calidad	\$3,47
1.5.3.1.1	Implementación del Plan de Calidad	\$3,47
1.5.3.2	Gestión de Recursos Humanos	\$6,93
1.5.3.2.1	Adquirir Equipo de Proyecto	\$6,93
1.5.3.3	Gestión de las Comunicaciones	\$1,92
1.5.3.3.1	Gestionar Comunicaciones	\$1,92
1.5.3.4	Gestión de Adquisiciones	\$3,19
1.5.3.4.1	Efectuar Adquisiciones	\$3,19
1.5.3.5	Gestión de Interesados	\$3,47
1.5.3.5.1	Gestionar participación de los interesados	\$3,47
1.5.4	Monitoreo y Control	\$11,20
1.5.4.1	Gestión de integración	\$1,50
1.5.4.1.1	Informes de seguimiento	\$1,50
1.5.4.2	Gestión de Alcance	\$0,82
1.5.4.2.1	Control de Cambios	\$0,82
1.5.4.2.1.1	Formato control de cambios	\$0,00
1.5.4.3	Gestión de Tiempo	\$1,65
1.5.4.3.1	Informe de seguimiento	\$1,65
1.5.4.4	Gestión de Costo	\$1,59
1.5.4.4.1	Informe de Seguimiento	\$1,59
1.5.4.5	Gestión de Calidad	\$1,15
1.5.4.5.1	Formatos de plan de gestión de Calidad	\$1,15
1.5.4.6	Gestión de Recursos Humanos	\$1,43
1.5.4.6.1	Plan de gestión de recursos Humanos	\$1,43
1.5.4.7	Gestión de las Comunicaciones	\$0,78
1.5.4.7.1	Informe de Seguimiento	\$0,78
1.5.4.8	Gestión de Riesgos	\$0,74
1.5.4.8.1	Informe de Seguimiento	\$0,74
1.5.4.9	Gestión de Adquisiciones	\$1,13
1.5.4.9.1	Administrar Adquisiciones	\$1,13

Continuación *Tabla 16. Distribución de costos por paquete de trabajo*

No.	ACTIVIDADES	Costo
1.5.4.10	Gestión de Interesados	\$0,41
1.5.4.10.1	Control de participación	\$0,41
1.5.5	Cierre	\$3,73
1.5.5.1	Gestión de Integración	\$2,12
1.5.5.1.1	Cierre de Fase	\$1,15
1.5.5.1.2	Cierre de Proyecto	\$0,97
1.5.5.2	Gestión de Adquisiciones	\$1,61
1.5.5.2.1	Cerrar Órdenes de Compra	\$1,61

Fuente: Construcción del autor.

2.3.1.5 Estimación de la reserva de contingencia.

Para la reserva de contingencia realiza el análisis de los riesgos con la finalidad de reservar un presupuesto en caso de que materialice un riesgo del alto impacto y probabilidad durante la ejecución del proyecto. En la **Tabla 17. Análisis cuantitativo de riesgos** se muestra el registro de riesgos donde a partir de su valoración, costo y tiempo de ejecución se determina la reserva de contingencia.

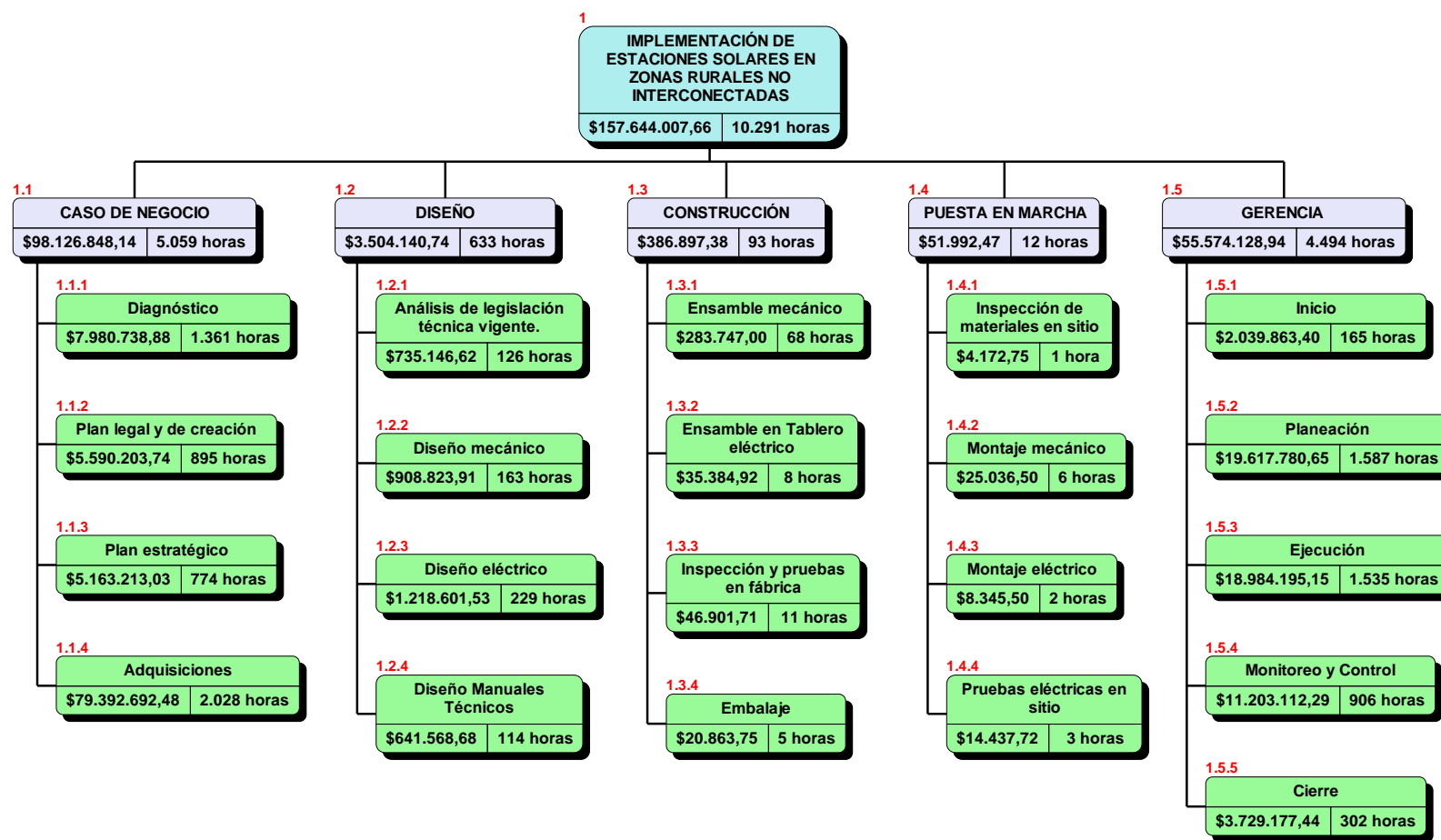


Figura 14. Estructura de desagregación de costos

Fuente: Construcción del autor.

Tabla 17. Análisis cuantitativo de riesgos

ID	Código EDT	Descripción del Riesgo	Disparador	Probabilidad	Impacto	Importancia	Categoría	Impacto		EMV	
								Tiempo	Costo	Tiempo	Costo
1	1.1	Debido a errores en las muestras o estudios de población - se presentan desviaciones durante la planificación - por lo cual se requiere implementar solicitudes de cambio que impactan el alcance del proyecto.	Falta de estudios definidos para la etapa de diagnóstico	0,3	8	2,4	Organización	7,5	\$ 211.150	2,25	\$ 63.345
2	1.1	Debido al retraso en el pago a proveedores - se retienen los materiales requeridos para el acondicionamiento de la infraestructura - generando un retraso respecto la programación del proyecto.	retrasos de actividades por falta de material	0,5	4	2	Externos	2,95	\$ 4.049.380	1,475	\$ 2.024.690
3	1.1	Debido a la limitación de recursos financieros - no se dispone de flujo de caja - generando un impacto negativo el tiempo de ejecución proyecto.	Limitaciones económicas patrocinador	0,3	10	3	Organización	2,95	\$ 4.049.380	0,885	\$ 1.214.814
4	1.2	Debido a errores en la especificación técnica - se generan reprocesos en la etapa diseño - que afectan la programación del proyecto impactando negativamente el tiempo de ejecución.	Mala interpretación de especificaciones técnicas	0,6	4	2,4	Técnicos	7,5	\$ 3.165.500	4,5	\$ 1.899.300
5	1.2	Debido a reprocesos en los diseños - se presentan retrasos en la aprobación de las licencias - lo cual impacta el cronograma del proyecto.	Demora en la entrega de diseños	0,5	10	5	Técnicos	15	\$ 3.798.600	7,5	\$ 1.899.300
6	1.4	Debido al incumplimiento en los tiempos de entrega por parte de los proveedores de materiales - se presentan retrasos en el desarrollo de actividades - generando tiempos muertos al proyecto que impactan el cronograma.	Mala selección de proveedores	0,6	10	6	Externos	3,54	\$ 4.049.380	2,124	\$ 2.429.628
7	1.4	Por la compra de materiales de construcción de bajo costo - se presentan daños prematuros en la infraestructura - generando sobrecostos al proyecto.	Averías estructurales prematuras	0,3	8	2,4	Organización	2,36	\$ 3.543.207	0,708	\$ 1.062.962
8	1.4	Debido a la rotación de personal - se dejan actividades sin ejecutar - impactando negativamente el tiempo de ejecución del proyecto.	Incumplimiento de tareas o actividades asignadas	0,6	6	3,6	Organización	3	\$ 5.061.725	1,77	\$ 3.037.035
9	1.6	Por falta de comunicación entre los equipos de trabajo - se duplica la ejecución de actividades - desaprovechando los recursos e impactando el presupuesto del proyecto.	Falta de seguimiento a ejecución de actividades	0,5	6	3	Organización	6,69	\$ 1.521.751	3,345	\$ 760.875
10	1.6	Debido a la falta de seguimiento a los hitos de control por parte del director de proyecto - no se da cumplimiento a los entregables - lo cual impacta negativamente el cronograma.	Falta de seguimiento a actividades	0,1	10	1	Gerencia del proyecto	11,15	\$ 2.536.251	1,115	\$ 253.625
11	1.6	Debido a una mala estimación de costos - se pueden presentar variaciones en el presupuesto - representando sobrecostos al proyecto.	Uso de reservas del proyecto	0,6	10	6	Gerencia del proyecto	13,38	\$ 3.043.501	8,028	\$ 1.826.101
12	1.6	Debido a errores en la estimación de tiempos de ejecución del proyecto - se omite la ejecución de actividades - lo cual representa retrasos que impactan negativamente el cronograma.	Sobrepasar las holguras de los proyectos.	0,3	10	3	Gerencia del proyecto	6,69	\$ 1.521.751	2,007	\$ 456.525
Σ								82,66	\$ 36.551.575	35,707	\$ 16.928.200

Fuente: Construcción del autor.

2.3.1.5.1 Estructura de Desagregación de Riesgos.

En la **Figura 15. Estructura de desagregación de riesgos** se muestra la estructura de desagregación donde se clasifican los riesgos que se pueden presentar durante la ejecución del proyecto.

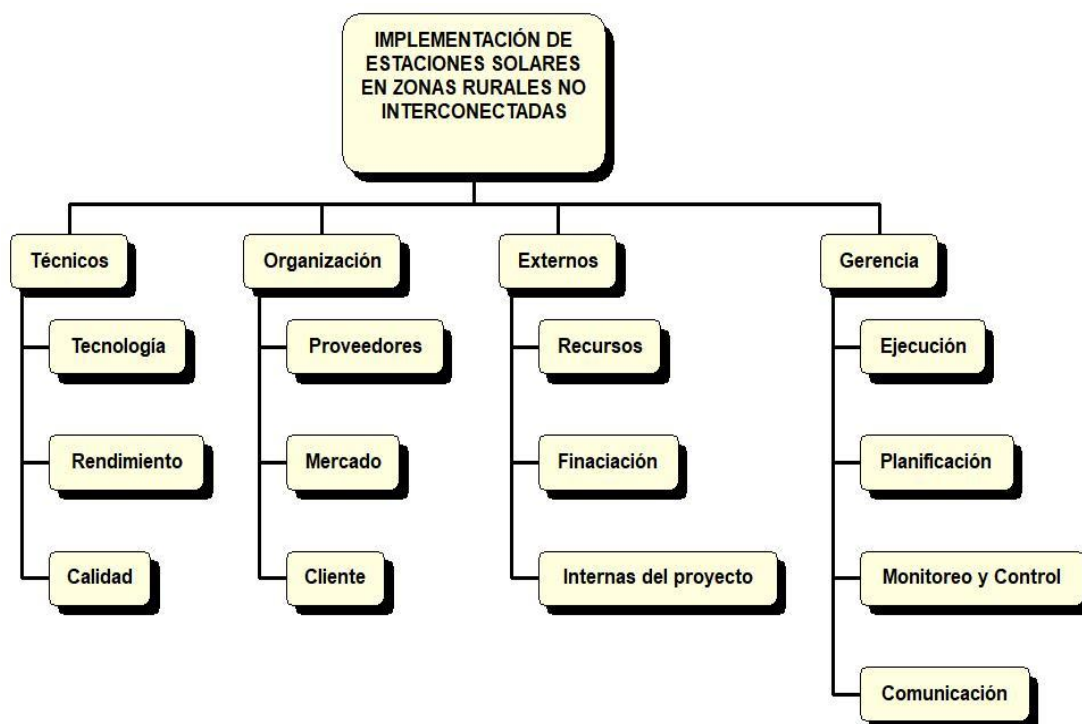


Figura 15. Estructura de desagregación de riesgos

Fuente: Construcción del autor.

2.3.1.5.2 Análisis cuantitativo de riesgos.

En la **Tabla 17. Análisis cuantitativo de riesgos**, se presenta el análisis cuantitativo donde se realiza la valoración del riesgo de acuerdo a la probabilidad de ocurrencia e impacto sobre el proyecto.

2.3.1.5.3 Reserva de contingencia de presupuesto y de tiempo.

La reserva de contingencia tiene una representación en presupuesto de \$16,9 millones y en tiempo de 35,7 días de ejecución. Estos valores se determinan con el propósito respaldar la

ejecución del proyecto en caso que se materializarse algún riesgo y tomar acciones que lleven a que el proyecto se ejecute de manera exitosa.

2.3.1.6 Estimación de reserva de administración.

La reserva de administración es un valor que se contempla como un imprevisto que afecta el cronograma de ejecución del proyecto. En este caso, dicha reserva se estimó con un valor del 5%, sin embargo, si no se presenta algún imprevisto se tendrá este rubro como un valor ahorrado del proyecto.

2.3.1.7 Presupuesto del proyecto en decimas de millón.

El proyecto tiene una desagregación de quinto nivel teniendo en cuenta que allí se encuentran los entregables de cada paquete de trabajo. En la Tabla 18. Presupuesto del proyecto en decimas de millón, se presenta el presupuesto del proyecto en decimas de millón de acuerdo a la EDT estructurada.

Tabla 18. Presupuesto del proyecto en decimas de millón

Continuación <i>Tabla 18. Presupuesto del proyecto en decimas de millón</i>		
No.	Nombre	Total
	PRESUPUESTO	\$182,45
	RESERVA DE CONTINGENCIA	\$7,88
	RESERVA DE ADMINISTRACIÓN	\$16,93
1	IMPLEMENTACIÓN DE ESTACIONES SOLARES EN ZONAS RURALES NO INTERCONECTADAS	\$157,64
1.1	CASO DE NEGOCIO	\$98,13
1.1.1	Diagnóstico	\$7,98
1.1.2	Plan legal y de creación	\$5,59
1.1.3	Plan estratégico	\$5,16
1.1.4	Adquisiciones	\$79,39
1.2	DISEÑO	\$3,50
1.2.1	Análisis de legislación técnica vigente.	\$0,74
1.2.2	Diseño mecánico	\$0,91
1.2.3	Diseño eléctrico	\$1,22
1.2.4	Diseño Manuales Técnicos	\$0,64
1.3	CONSTRUCCIÓN	\$0,39
1.3.1	Ensamble mecánico	\$0,28
1.3.2	Ensamble en Tablero eléctrico	\$0,04

Continuación *Tabla 18. Presupuesto del proyecto en decimas de millón*

No.	Nombre	Total
1.3.3	Inspección y pruebas en fábrica	\$0,05
1.3.4	Embalaje	\$0,02
1.4	PUESTA EN MARCHA	\$0,05
1.4.1	Inspección de materiales en sitio	\$0,00
1.4.2	Montaje mecánico	\$0,03
1.4.3	Montaje eléctrico	\$0,01
1.4.4	Pruebas eléctricas en sitio	\$0,01
1.5	GERENCIA	\$55,57
1.5.1	Inicio	\$2,04
1.5.2	Planeación	\$19,62
1.5.3	Ejecución	\$18,98
1.5.4	Monitoreo y Control	\$11,20
1.5.5	Cierre	\$3,73

Fuente: Construcción del autor.

2.3.2 Estimación de los costos de aprovechamiento del proyecto.

En este numeral se presentan los costos de aprovechamiento del proyecto clasificados en administración, operación y mantenimiento.

2.3.2.1 De administración, de operación y de mantenimiento.

En la Tabla 19. Costos de administración, operación y mantenimiento, se muestran los costos de operación y de mantenimiento, los cuales se determinaron por un periodo mensual.

Tabla 19. Costos de administración, operación y mantenimiento

Continuación *Tabla 19. Costos de administración, operación y mantenimiento*

Nombre	Costo	Trabajo	Trabajo Mes
Gerente	\$53.059.484,16	1.498,15 has	\$ 7.420.907
Director	\$2.978.937,93	129,98 has	\$ 416.635
Estadística	\$2.312.141,18	146,03 has	\$ 323.376
Ingeniero Eléctrico	\$4.682.834,27	280,97 has	\$ 654.942
Analista de <i>Marketing</i>	\$539.437,38	36,98 has	\$ 75.446
Financiero	\$6.323.915,22	433,63 has	\$ 884.464
Abogado	\$664.683,19	41,98 has	\$ 92.963
Psicólogo	\$4.645.375,00	371,63 has	\$ 649.703
Jefe de Compras	\$4.362.284,58	373,92 has	\$ 610.110
Auxiliar de Ingeniería 1	\$1.776.563,07	170,55 has	\$ 248.470
Técnico Eléctrico 1	\$328.950,00	43,87 has	\$ 46.007
Técnico Eléctrico 2	\$183.600,00	24,48 has	\$ 25.678

Continuación Tabla 19. *Costos de administración, operación y mantenimiento*

Nombre	Costo	Trabajo	Trabajo Mes
Técnico Eléctrico 3	\$46.725,00	6,23 has	\$ 6.535
Alquiler de Laptop 1	\$166.533,36	199,92 has	\$ 23.291
Alquiler de Laptop 2	\$484.139,60	581,2 has	\$ 67.712
Alquiler de Laptop 3	\$438.074,70	525,9 has	\$ 61.269
Alquiler de Laptop 4	\$354.982,95	426,15 has	\$ 49.648
Alquiler de Laptop 5	\$112.021,84	134,48 has	\$ 15.667
Alquiler de Laptop 6	\$98.327,32	118,03 has	\$ 13.752
Alquiler de Laptop 7	\$1.247.958,95	1.498,15 has	\$ 174.540
Impresión 1	\$1.055.395,38	1.248,25 has	\$ 147.608
Impresión 2	\$387.873,13	458,75 has	\$ 54.248
Impresión 3	\$37.083,63	43,87 has	\$ 5.187
Impresión 4	\$1.266.685,83	1.498,15 has	\$ 177.159

Fuente: Construcción del autor.

2.3.2.2 Fuentes y uso de fondos.

El costo del proyecto tiene un valor \$182.454.408,04 y a continuación en la Tabla 20. Fuentes de financiación se muestra la discriminación de las diferentes fuentes financieras.

Tabla 20. Fuentes de financiación

FUENTES Y USO DE FONDOS	
Recursos Propios	\$ 90.000.000
Capital privado	\$67.644.007,66
Sub total	\$157.644.007,66
Reserva de contingencia	\$ 16.928.200
Reserva de administración	\$ 7.882.200,38
Total de fuentes	\$182.454.408,04

Fuente: Construcción del autor.

2.3.2.3 Financiación y costo de financiación.

La financiación del proyecto se realiza con fuentes externas y propias que hacen parte de la inversión. En este caso, las fuentes externas son inversionistas que ven en la innovación del producto una oportunidad de crecimiento económico.

2.3.3 Evaluación financiera del proyecto.

La evaluación financiera determina el flujo de inversión, el costo del capital y los diferentes indicadores de rentabilidad, beneficio-costo, análisis de valor o de opciones reales.

2.3.3.1 Flujo de caja de la inversión.

La **Tabla 21. Flujo de caja de la inversión** presenta el flujo de caja anual de la inversión del proyecto.

Tabla 21. Flujo de caja de la inversión

TIPO		INVERSIÓN INICIAL	2018	2019	2020	2021	2022	2023
	Inversión Inicial	-\$ 157.644.008						
INGRESOS	Numero de paneles		171	240	300	360	415	480
	Valor unitario		\$ 2.500.000	\$ 2.650.000	\$ 2.809.000	\$ 2.977.540	\$ 3.196.152	\$ 3.345.564
	Total		\$ 427.500.000	\$ 636.000.000	\$ 842.700.000	\$ 1.071.914.400	\$ 1.325.600.808	\$ 1.605.870.693
COSTOS	Director		\$ 172.380.000	\$ 182.378.040	\$ 193.047.155	\$ 204.340.414	\$ 216.294.328	\$ 228.947.546
	Supervisor		\$ 56.784.000	\$ 60.077.472	\$ 63.592.004	\$ 67.312.136	\$ 71.249.896	\$ 75.418.015
	4 Técnicos		\$ 109.512.000	\$ 115.863.696	\$ 122.641.722	\$ 129.816.263	\$ 137.410.514	\$ 145.449.029
	Admin		\$ 202.800.000	\$ 214.562.400	\$ 227.114.300	\$ 240.400.487	\$ 254.463.915	\$ 269.350.055
	Sistema paneles		\$ 144.000.000	\$ 152.352.000	\$ 161.264.592	\$ 170.698.571	\$ 180.684.437	\$ 191.254.477
			\$ 685.476.000	\$ 725.233.608	\$ 767.659.774	\$ 812.567.871	\$ 860.103.091	\$ 910.419.122
GASTOS	Transportes		\$ 24.000.000	\$ 25.392.000	\$ 26.877.432	\$ 28.449.762	\$ 30.114.073	\$ 31.875.746
	Servicios públicos		\$ 21.600.000	\$ 22.852.800	\$ 24.189.689	\$ 25.604.786	\$ 27.102.666	\$ 28.688.171
	Arrendamientos		\$ 60.000.000	\$ 63.480.000	\$ 67.193.580	\$ 71.124.404	\$ 75.285.182	\$ 79.689.365
			\$ 105.600.000	\$ 111.724.800	\$ 118.260.701	\$ 125.178.952	\$ 132.501.920	\$ 140.253.283
DEPRECIACIÓN	Equipos de computo		\$ 640.000	\$ 640.000	\$ 600.000	\$ 600.000	\$ 600.000	\$ 600.000
	Equipos de Oficina		\$ 240.000	\$ 240.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000
			\$ 880.000	\$ 880.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000
Total		-\$ 157.644.008	-\$ 364.456.000	-\$ 201.838.408	-\$ 44.220.475	\$ 133.167.577	\$ 331.995.796	\$ 554.198.288
Administración	13%		-\$ 47.379.280	-\$ 26.238.993	-\$ 5.748.662	\$ 17.311.785	\$ 43.159.454	\$ 72.045.777
Imprevistos	8%		-\$ 29.156.480	-\$ 16.147.073	-\$ 3.537.638	\$ 10.653.406	\$ 26.559.664	\$ 44.335.863
Utilidad	9%		-\$ 32.801.040	-\$ 18.165.457	-\$ 3.979.843	\$ 11.985.082	\$ 29.879.622	\$ 49.877.846
IVA/Utilidad	19%		-\$ 6.232.198	-\$ 3.451.437	-\$ 756.170	\$ 2.277.166	\$ 5.677.128	\$ 9.476.791
Total AUI+I	30%	-\$ 157.644.008	\$ 115.568.998	\$ 64.002.959	\$ 14.022.313	\$ 42.227.439	\$ 105.275.867	\$ 175.736.277
Total		-\$ 157.644.008	-\$ 248.887.002	-\$ 137.835.449	-\$ 30.198.162	\$ 175.395.016	\$ 437.271.663	\$ 729.934.565

Fuente: Construcción del autor.

En el caso del flujo de caja se observa que a partir del tercer año el proyecto empieza a generar una rentabilidad positiva.

2.3.3.2 Indicadores de rentabilidad o de beneficio.

A continuación, se presentan los indicadores referentes a la rentabilidad.

- **TIR**

Representa la rentabilidad de una inversión. Es decir representa el beneficio o pérdida que tendrá la inversión mencionada.

En la ecuación que se muestra a continuación, se ilustra cómo se realizó el cálculo de la tasa interna de retorno.

Ecuación 8. Tasa interna de retorno

$$TIR = \sum_{T=0}^n \frac{Fn}{(1+i)^n} = 0$$

Fuente: Construcción del autor.

Donde:

Fn es el flujo de caja en el periodo *n*.

n es el número de periodos

TIR	9%
------------	-----------

Al ser la TIR positiva se interpreta que durante el periodo de 6 años calculado, se recuperó la inversión del proyecto.

- **VNA**

Se realiza el cálculo del valor presente neto con el fin de conocer si el proyecto es rentable.

En la ecuación se muestra como se realizó el cálculo del valor presente neto.

Ecuación 9. Valor presente neto

$$VAN = -I_0 + \sum_{j=1}^n \frac{FN_j}{(1+i)^j}$$

Fuente: Construcción del autor.

Donde:

FN_j es flujo de caja en cada periodo.

I_0 es la inversión inicial.

n es número de periodos

VNA	7%	\$55.512.176,91
-----	----	-----------------

En este caso, el VNA arroja un valor positivo, por esta razón se interpreta que la inversión hecha fue rentable durante el periodo de 6 años.

2.3.3.3 Análisis de sensibilidad.

A continuación se presenta el análisis de sensibilidad, donde se plantean tres diferentes escenarios, pesimista, más probable y optimista.

- **Escenario pesimista.**

En el escenario pesimista se muestran las estaciones solares instalados durante periodos mes a mes durante 6 meses, donde se puede observar que instalando una sola estación, el proyecto se hace insostenible reflejando pérdidas durante todos los periodos. Lo que indica que no es viable ejecutarlo, ver **Tabla 22. Escenario pesimista.**

Tabla 22. Escenario pesimista

	Meses						
	4	4	4	4	4	4	4
Ventas	\$ 12.700.000	\$ 12.700.000	\$ 12.700.000	\$ 12.700.000	\$ 12.700.000	\$ 12.700.000	\$ 12.700.000
Gastos fijos	\$ 13.300.000	\$ 13.300.000	\$ 13.300.000	\$ 13.300.000	\$ 13.300.000	\$ 13.300.000	\$ 13.300.000
Gastos Variables	\$ 8.800.000	\$ 8.800.000	\$ 8.800.000	\$ 8.800.000	\$ 8.800.000	\$ 8.800.000	\$ 8.800.000
Ganancias	-\$ 9.400.000	-\$ 9.400.000	-\$ 9.400.000	-\$ 9.400.000	-\$ 9.400.000	-\$ 9.400.000	-\$ 9.400.000

Fuente: Construcción del autor.

- **Escenario más probable**

Dentro del escenario más probable se observa un aumento progresivo de las ventas donde se suministra por lo menos un sistema más, que el mes inmediatamente anterior, así que

encontramos un equilibrio a partir del cuarto mes de iniciar con las actividades, *Tabla 23.*

Escenario más probable.

Tabla 23. Escenario más probable

	Meses						
	5	6	7	8	9	10	11
Ventas	\$ 15.875.000	\$ 19.050.000	\$ 22.225.000	\$ 25.400.000	\$ 28.575.000	\$ 31.750.000	\$ 34.925.000
Gastos fijos	\$ 13.300.000	\$ 1.300.000	\$ 13.300.000	\$ 13.300.000	\$ 13.300.000	\$ 13.300.000	\$ 13.300.000
Gastos Variables	\$ 8.800.000	\$ 8.800.000	\$ 8.800.000	\$ 8.800.000	\$ 8.800.000	\$ 8.800.000	\$ 8.800.000
Ganancias	\$ 6.225.000	\$ 3.050.000	\$ 125.000	\$ 3.300.000	\$ 6.475.000	\$ 9.650.000	\$ 12.825.000

Fuente: Construcción del autor.

- **Escenario Optimista.**

Dentro del escenario optimista se observa que entrando en el mercado y manteniendo las ventas mes a mes se obtiene una utilidad constante durante todos los periodos en el que se promueva el uso de los productos y su calidad y de esta manera obtener clientes periódicamente, ver *Tabla 24. Escenario optimista.*

Tabla 24. Escenario optimista

	Meses						
	9	9	9	9	9	9	9
Ventas	\$ 28.575.000	\$ 28.575.000	\$ 28.575.000	\$ 28.575.000	\$ 28.575.000	\$ 28.575.000	\$ 28.575.000
Gastos fijos	\$ 13.300.000	\$ 13.300.000	\$ 13.300.000	\$ 13.300.000	\$ 13.300.000	\$ 13.300.000	\$ 13.300.000
Gastos Variables	\$ 8.800.000	\$ 8.800.000	\$ 8.800.000	\$ 8.800.000	\$ 8.800.000	\$ 8.800.000	\$ 8.800.000
Ganancias	\$ 6.475.000	\$ 6.475.000	\$ 6.475.000	\$ 6.475.000	\$ 6.475.000	\$ 6.475.000	\$ 6.475.000

Fuente: Construcción del autor.

2.4 Estudio social y ambiental

El estudio social y ambiental es una herramienta de vital importancia para la gestión y ejecución del proyecto, ya que con su implementación se determina su viabilidad ambiental y social en función de las normas existentes en el país. Con la implementación de dicho estudio, se busca identificar los impactos que ocasionará el proyecto al ambiente con el fin de prevenir, controlar y mitigar por medio de planes de seguimiento, control y vigilancia.

2.4.1 Análisis del ciclo de vida del producto.

Debido a que el proyecto es un aporte para la implementación de tecnologías de energías renovables, en el análisis del ciclo de vida del producto se determinó el impacto ambiental que tiene su implementación. En este caso, se tendrán en cuenta cada una de las fases de gestión e implementación del proyecto donde se evaluará el impacto ambiental que cada una de ellas genere. Como se mencionó en el apartado **2.2.1.1** el ciclo de vida estimado para las estaciones solares está entre 15 y 20 años.

Es de vital importancia reconocer que las estaciones solares aprovechan las energías renovables que provienen de recursos naturales que no se agotan y se pueden usar de manera permanente sin la emisión de gases de efecto invernadero como el CO_2 que impacta negativamente el medio ambiente. En la **Figura 16. Ciclo de vida del proyecto** están definidas las fases de gestión e implementación sobre las cuales se desarrollará el flujo de entradas y salidas que define el impacto ambiental.

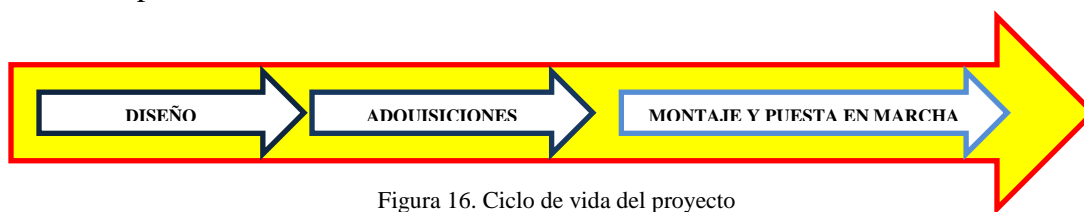


Figura 16. Ciclo de vida del proyecto

Fuente: Construcción del autor.

2.4.2 Definición de flujo de entradas y salidas.

En la **Figura 17. Flujo de entradas y salidas ciclo vida del proyecto** se estructuran las entradas y recursos correspondientes al desarrollo de procesos en cada una de sus fases, generando las salidas que impactan el medio ambiente y de las cuales se presenta su descripción a continuación.

- **Residuos de papel.**

Los residuos de papel se producen por la impresión de documentos para el desarrollo de actividades de cada uno de los procesos y no es posible reutilizarlo. Esto debido a que ambas caras del papel ya están impresas o por condiciones de formalidad en documentos que se deben direccionar a interesados externos del proyecto.

- **Consumo de servicios públicos.**

El consumo de servicios públicos está dado por el uso de energía eléctrica y servicio de agua, alcantarillado y aseo.

- **Residuos de material de empaque.**

Residuos producidos por la adquisición de insumos, herramientas y equipos. Los demás residuos generados por las adecuaciones de bodega y oficina serán dispuestos por los proveedores encargados de la labor.

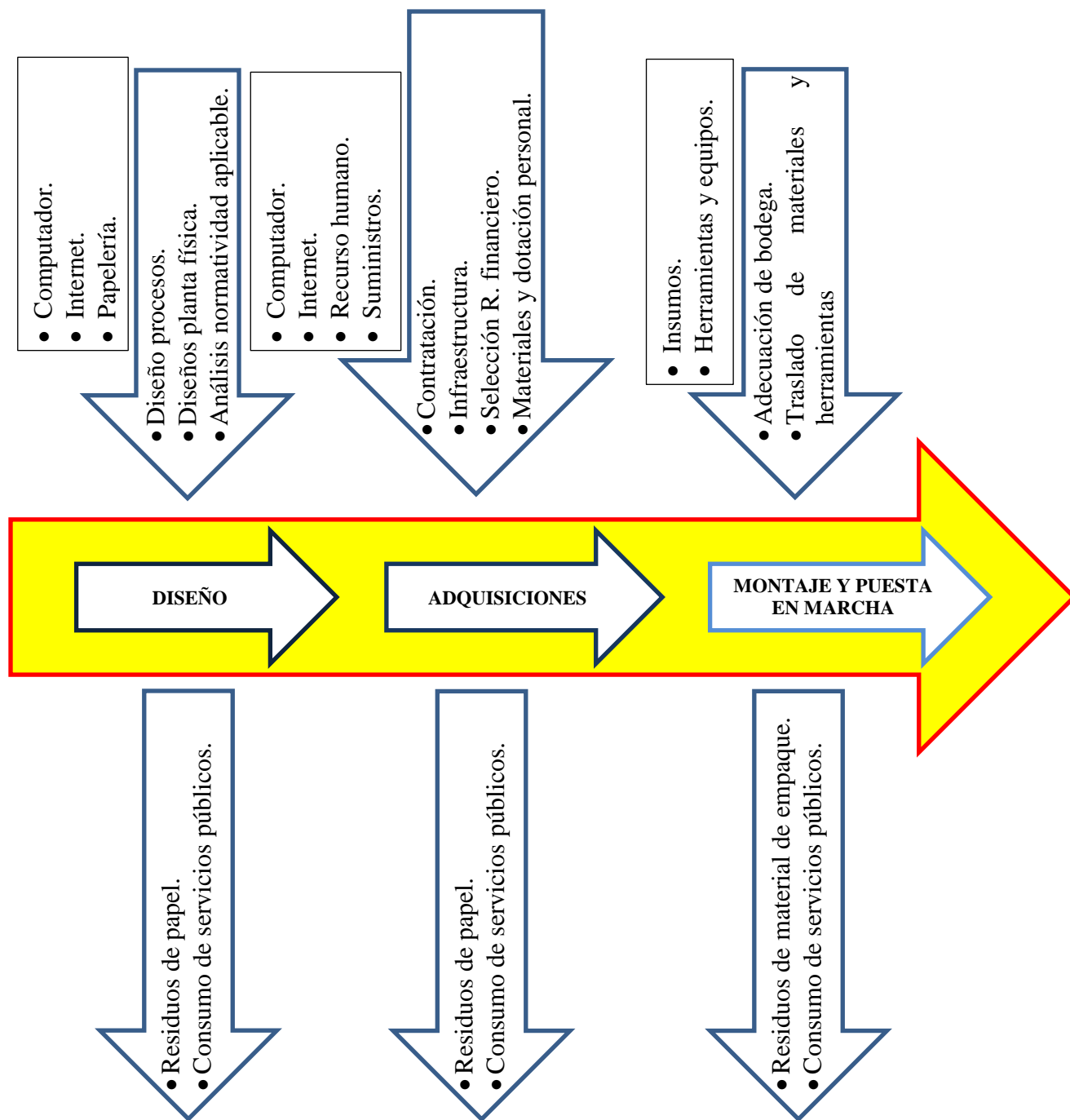


Figura 17. Flujo de entradas y salidas ciclo vida del proyecto

Fuente: Construcción del autor.

2.4.3 Descripción y categorización de impactos ambientales.

El impacto ambiental está definido por la alteración del medio ambiente de forma directa e indirecta por la ejecución de un proyecto o actividad en un área determinada, es decir, representa la afectación del ambiente por la acción del hombre o de la naturaleza misma. En la Tabla 25. Clasificación de impactos ambientales, se describirán los tipos de impacto al medio ambiente y su relación con el proyecto.

Tabla 25. Clasificación de impactos ambientales

Continuación <i>Tabla 25. Clasificación de impactos ambientales</i>		
TIPOS DE IMPACTO AMBIENTAL		
Categoría según	Tipo de Impacto	Impacto del proyecto
Carácter	Positivo: Beneficio para el ambiente.	El impacto es positivo ya que se está haciendo uso de una fuente de energía renovable que no genera emisiones contaminantes al medio ambiente.
	Negativo: Perjuicio para el ambiente.	No genera impactos negativos.
Relación Causa - Efecto	Directo: Ocasiona cambios inmediatos y perceptibles a corto plazo al ecosistema.	Representa un impacto directo ya que disminuye el uso de energías convencionales.
	Indirecto: Afectación colateral al ambiente, sin que se perciba a primera vista.	No genera impactos indirectos.
Extensión	Puntual: Produce un efecto muy localizado.	Impacto puntual en la zona de implementación, por disminución de costos de energía y mitigación de cortes de energía.
	Parcial: Incidencia apreciable en el área estudiada.	Disminución de energía convencional consumida.
	Extremo: Detectado en gran parte del territorio considerado.	No tiene ningún impacto negativo con el ecosistema del sector.
	Total: Se manifiesta de forma general en todo el entorno.	No tiene ningún impacto negativo con el ecosistema de la vereda.
Persistencia	Ubicación crítica: Situación crítica que genera el impacto.	No se presentan impactos críticos con el ambiente.
	Temporal: Una alteración determinada en el tiempo.	El proyecto no tiene impacto temporal.

Continuación *Tabla 25. Clasificación de impactos ambientales*

TIPOS DE IMPACTO AMBIENTAL		
Categoría según	Tipo de Impacto	Impacto del proyecto
Capacidad de recuperación	Permanente: Una alteración indefinida en el tiempo.	El impacto positivo es permanente ya que el ciclo de vida del producto es superior a 10 años.
	Irrecuperable: Medio imposible de recuperar.	El proyecto no tiene impactos irrecuperables.
	Irreversible: Dificultad extrema de retornar a la condición antes de la acción que generó el impacto.	El proyecto no tiene impactos irreversibles.
	Reversible: Alteración que puede restaurarse de forma natural.	Impacto de generación de CO ₂ por traslado de equipos, compensado por la implementación de las estaciones solares.
	Fugaz: Alteración cuya recuperación es inmediata.	Reducción instantánea de emisiones de CO ₂ , por implementación de sistema fotovoltaico.
Momento de Manifestación	Latente: Manifestación posterior al inicio del proyecto.	Impacto positivo por disminución de costos y disminución de emisiones por bajo consumo de la red convencional en el sector.
	Inmediato: Manifestación inmediata al inicio de la acción.	No existe impacto de manifestación inmediata.
	Momento crítico: Alto grado de impacto sin importar el tiempo de manifestación.	No existe impacto de momento crítico.
Interacción de acciones y/o alteraciones	Simple: Impacto sobre un solo componente ambiental.	Impacto positivo en la disminución de emisiones de CO ₂ .
	Acumulativo: Impacto creciente por la acción sobre algún recurso.	No se presentan impactos por la acción sobre recursos, ya que estos son renovables y sostenibles.
	Sinérgico: Incidencia del impacto mayor que la suma de los impactos individuales.	No existe sinergia entre otros impactos del ambiente.

Fuente: Construcción del autor.

2.4.4 Cálculo de huella de carbono.

Por medio de la huella de carbono se identifica la cantidad de emisiones GEI⁴ liberadas a la atmosfera como consecuencia del desarrollo de actividades domésticas, agrícolas o industriales y se expresan en toneladas de CO₂ equivalente. Debido a que generalmente no se encuentran mediciones, las emisiones deben estimarse multiplicando el consumo del recurso por factores de emisión específicos. (CAR, 2013)

Para el caso del proyecto se calculó la huella de carbono de cada una de sus fases, obteniendo 0,231 TON CO₂ equivalentes. En el **Anexo U. Cálculos de huella de carbono**, se presentan los cálculos determinados para las emisiones que se generan por efecto de las adecuaciones y uso de recursos para el funcionamiento de las instalaciones e implementación del proyecto.

2.4.5 Estrategias de mitigación de impacto ambiental.

Para la implementación y puesta en marcha del proyecto de instalación de estaciones solares en zonas rurales no interconectadas o con deficiencias energéticas, se plantearán estrategias que promuevan la disminución del impacto ambiental que se produce por efecto de la gestión, implementación y puesta en marcha del proyecto.

- **Instalación de iluminación LED en oficinas y bodega.**

En el sitio de implementación del proyecto se realizará la instalación de iluminación LED, ya que con este tipo de tecnología se presenta una disminución en el consumo de 70% respecto a los focos de iluminación convencionales.

- **Reutilización de papel impreso por una sola cara.**

Durante desarrollo de cada una de las fases del proyecto, se reutilizará el papel que solo está impreso por una sola cara, lo anterior buscando mejorar la huella de carbono generada por el uso

⁴ GEI: Gases de Efecto Invernadero.

de papel de impresión. Adicionalmente se realizará la adquisición de papel ecológico que provenga de residuos agroindustriales.

- **Mayor uso de documentos digitalizados.**

Se realizará mayor manejo de información en formato digital, evitando el alto consumo de papelería y servicio de energía.

- **Sensibilización de personal técnico y administrativo.**

Por medio de esta estrategia se busca sensibilizar al personal por medio de capacitaciones y charlas pre operacionales para motivar en ellos el uso eficiente de los recursos naturales y así disminuir el impacto ambiental generado por el proyecto.

2.4.6 Análisis de sostenibilidad usando los criterios de la matriz P5 del PGM.

Por medio de del estándar P5 de PGM, se realiza la alineación de los proyectos con una estructura organizacional sostenible y centra sus criterios en los impactos de los procesos y entregables en medio ambiente, sociedad, línea base corporativa y economía local.

En el **Anexo V. Matriz P5 del GPM**, se realiza la valoración de los criterios de sostenibilidad de los procesos del proyecto en cada una de las fases del ciclo de vida, en este caso se obtuvo una valoración de **-1,49** manteniendo el proyecto en estatus de sostenibilidad baja positiva. De acuerdo al resultado obtenido se evidencia que los impactos negativos del proyecto se generan por el consumo de energía eléctrica convencional proveniente de las electrificadoras, las cuales generan un alto impacto al medio ambiente por la emisión de CO₂. Por esta razón el proyecto incluirá dentro de sus estrategias de sostenibilidad, la implementación progresiva de fuentes de energía no convencionales para cubrir las necesidades energéticas de la operación del proyecto.

3 Inicio y planeación del proyecto

En este capítulo se definen los planes asociados al inicio y planeación del proyecto, los cuales están compuestos por las líneas base de alcance, tiempo y costo. Durante el desarrollo de este capítulo se definirán los procedimientos, herramientas, métodos y condiciones establecidas para cada una de las fases del proyecto en función de los lineamientos de gestión de las áreas de conocimiento.

3.1 Inicio del proyecto

Durante el inicio se define el alcance del proyecto, el cual está compuesto por distintas actividades y labores, para dar cumplimiento a los entregables integrados en cada una de las fases establecidas para el desarrollo del proyecto.

3.1.1 Project Charter.

El *Project charter* o acta de constitución del proyecto, es el documento donde el patrocinador realiza la aceptación del proyecto de acuerdo a los requerimientos y necesidades del cliente final o usuario. Adicionalmente se transfiere al director de proyecto el nivel de autoridad requerido para gestionar los recursos y desarrollar el proyecto a satisfacción manteniendo el cumplimiento de los objetivos del proyecto como lo son alcance, tiempo, costo y calidad.

En el *Anexo H. Project Charter*, se presenta el acta de constitución del proyecto donde se definen los objetivos y requerimientos del proyecto.

3.2 Planeación del proyecto

Durante el desarrollo de este apartado se presentarán los planes de gestión del grupo de procesos de planificación, donde se definen las características del plan para la dirección del proyecto y los documentos requeridos para dar cumplimiento a los objetivos desde el inicio del proyecto.

3.2.1 Plan del proyecto.

A continuación se presenta el plan de gestión del proyecto, donde establece el direccionamiento de los procesos durante el desarrollo de cada una de las fases del proyecto.

PROJECT MANAGEMENT PLAN

Project Title: Proyecto para la implementación de estaciones solares en zonas rurales no in
rconectadas.

Date Prepared: 30 de Junio de 2018

Project Life Cycle

Phase	Key Deliverables
Inicio del proyecto	<p>En esta fase del proyecto se realiza la emisión y entrega de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Acta de constitución del proyecto o “Project charter”. • Declaración de alcance del proyecto o “Project scope statement”. • Declaración de alcance del producto o “Product scope statement”. • Identificación y registro de involucrados “Stakeholdes”.
Planeación	<p>Desde la fase se direccionan y gestionan los planes de gestión para el desarrollo del proyecto:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plan de gestión del proyecto. • Plan de gestión de cambios. • Plan de gestión de involucrados. • Plan de gestión de Alcance. • Plan de gestión de la programación.

	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de gestión del costo. • Plan de gestión de la calidad. • Plan de gestión de recursos. • Plan de gestión de las comunicaciones. • Plan de gestión de riesgos. • Plan de gestión de adquisiciones. • Plan de sostenibilidad. • Plan HSSE.
Ejecución y puesta en marcha	<ul style="list-style-type: none"> • Ensamble de producto de acuerdo a ingeniería y especificaciones. • Pruebas funcionales en fábrica. • Montaje mecánico. • Montaje eléctrico. • Pruebas eléctricas con equipo instalado. • <i>“Check list”</i> de instalación y puesta en marcha – Protocolo pruebas en sitio.
Cierre	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación y cierre de costos. • Consolidación de información. • Entrega de <i>Dossier</i> técnico con información técnica de operación, mantenimiento, diagramas eléctricos y carta de garantía.

Project Management Processes and Tailoring Decisions

<i>Knowledge Area</i>	<i>Processes</i>	<i>Tailoring Decisions</i>
<i>Integration</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de acta de constitución del proyecto. • Desarrollo del plan para la dirección del proyecto. • Dirección y gestión del proyecto. • Monitoreo y control del proyecto. • Gestión del control integrado de cambios. • Cierre de fases o proyecto. 	<p>Desde esta área de conocimiento se identifican y gestionan los procesos y las actividades que permiten desarrollar características y acciones necesarias para una ejecución controlada del proyecto.</p> <p>En esta área se realiza la toma de decisiones para la asignación de recursos, seguimiento al cumplimiento de los objetivos y procesamiento de solicitudes cambio del proyecto.</p>
<i>Scope</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Planificación del alcance. • Requisitos de cumplimiento requeridos por los “<i>stakeholders</i>”. • Definición del alcance del proyecto. • Creación de la estructura de desagregación del trabajo. • Validación del alcance en 	<p>En este caso, se desarrollan las actividades asociadas al proceso de inicio. A partir del acta de constitución se gestiona y controla el alcance del proyecto, es decir, se gestionan las herramientas y técnicas necesarias para cumplir con el alcance. En este punto se definirán las actividades y entregables</p>

Project Management Processes and Tailoring Decisions

	los entregables alcanzados.	necesarios para cumplir con el objeto del proyecto.
<i>Time</i>	<p>A continuación se mencionan los procesos para gestionar la terminación del proyecto dentro de los plazos requeridos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definición de actividades. • Identificación de secuencias de actividades. • Estimación de recursos. • Duración de actividades. • Desarrollo del cronograma. • Control del cronograma. 	<p>Los procesos de gestión del tiempo están documentados en el plan de gestión del cronograma, en el cual se identifica el método de programación del proyecto y establece los criterios para desarrollar y controlar el cronograma.</p> <p>En este caso, durante la ejecución de las actividades del proyecto, se desarrollará el control del cronograma donde se asegurará que la ejecución del proyecto se dé puntualmente de acuerdo al cronograma establecido.</p>
<i>Cost</i>	<p>A continuación se mencionan los procesos para gestionar la línea base de costos del proyecto.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Planificación de los costos. 	<p>Durante la gestión de costos se realizará la estimación de costos del proyecto según las necesidades de cada fase del ciclo de vida.</p> <p>Posteriormente se realizará el control</p>

Project Management Processes and Tailoring Decisions

	<ul style="list-style-type: none"> • Estimación de los costos. • Definición de presu-puesto. • Control de costos. 	<p>semanal de costos asegurando que se ejecute y finalice el proyecto dentro la base de costos definida y el presupuesto aprobado.</p>
<i>Quality</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Planificar la gestión de calidad. • Control de calidad. 	<p>Desde esta área del conocimiento se establecerán las políticas, procedimientos, objetivos y responsabilidades para alcanzar los lineamientos de calidad del proyecto. De acuerdo a lo anterior cada líder de proceso deberá realizar seguimiento a las actividades asociadas a su proceso para comprobar que se está cumpliendo con los requerimientos técnicos y de calidad establecidos para el proyecto.</p> <p>Adicionalmente, los indicadores de calidad establecidos permitirán identificar qué aspectos se deben mejorar para asegurar el cumplimiento de los entregables del proyecto.</p>

Project Management Processes and Tailoring Decisions

<p><i>Human Resources</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Planificación de los recursos humanos. • Adquisición del equipo de proyecto. • Desarrollo del equipo de proyecto. • Direccionamiento del equipo de proyecto. 	<p>A través de esta área de conocimiento se organizará, gestionará y dirigirá al equipo de proyecto, haciendo asignación de roles y responsabilidades para asegurar que la participación del equipo de trabajo contribuya a la finalización satisfactoria del proyecto.</p>
<p><i>Communication</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Planificar la gestión de las comunicaciones. • Gestión de las comunicaciones. • Controlar las comunicaciones. 	<p>Se establecerá el procedimiento de comunicaciones donde se definan las pautas para el tratamiento de información e involucrados del proyecto. Durante el desarrollo del proyecto gestionará una comunicación eficaz teniendo en cuenta las diferencias culturales y organizacionales de los interesados internos y externos del proyecto.</p>
<p><i>Risk</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Planificación de la gestión de riesgos. 	<p>Durante la gestión del proyecto se identificarán los riesgos asociados al</p>

Project Management Processes and Tailoring Decisions

	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación de los riesgos. • Análisis cualitativo de riesgos. • Análisis cuantitativo de riesgos. • Respuesta a los riesgos. • Control de riesgos. 	<p>desarrollo de cada una de las fases del ciclo de vida. En este caso se realizará el registro de riesgos los cuales serán evaluados para determinar el tipo de tratamiento, impacto económico y necesidad de recursos para el tratamiento de los riesgos identificados y registrados. Desde esta área de conocimiento se realizará la planificación, monitoreo y control de los riesgos, para determinar las respuestas y controles requeridos. En este caso se busca que la probabilidad e impacto de los riesgos tienda a ser positiva y no negativa.</p>
<i>Procurement</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Planificación del proceso de adquisiciones. • Realizar adquisiciones. • Controlar las adquisiciones. • Cierre proceso de adquisiciones. 	<p>A través de la gestión de adquisiciones se realizará la planificación para adquirir los recursos externos requeridos para cumplir con el objeto del proyecto. Adicionalmente la gestión de</p>

Project Management Processes and Tailoring Decisions

		adquisiciones incluye el control de los contratos con proveedores y contratistas involucrados con el desarrollo del proyecto y la administración de las obligaciones contractuales en virtud del desarrollo de las actividades contempladas en cada una de las fases.
<i>Stakeholders</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación de interesados. • Planificación de la gestión de interesados. • Gestión para la participación de los interesados. • Controlar y monitorear la participación de los interesados. 	<p>Desde el inicio y planificación del proyecto se realizará la identificación de los involucrados internos y externos.</p> <p>Posteriormente se definirá su participación, impacto y expectativas durante el desarrollo del proyecto. Desde esta área del conocimiento se gestiona una participación eficaz de los interesados y se desarrollan estrategias para dar cumplimiento a sus expectativas y necesidades respecto al proyecto.</p>

Process Tools and Techniques

<i>Knowledge Area</i>	<i>Tools and Techniques</i>
<i>Integration</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Juicio de expertos • Reuniones. • Técnicas de facilitación (utilizadas para que el equipo de trabajo de cumplimiento a las actividades del proyecto).
<i>Scope</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Juicio de expertos. • Reuniones. • Entrevistas. • Análisis de documentos. • Técnicas grupales de toma de decisiones. • Análisis del producto.
<i>Time</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Estimación análoga. • Estimación por tres valores. • Planificación gradual. • Método de programación por precedencia PDM. • Estimación por tres valores. • Herramienta de programación.
<i>Cost</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Juicio de expertos. • Estimación análoga. • Estimación por tres valores.

	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de reservas. • Reuniones.
<i>Quality</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Muestreo estadístico. • Siete herramientas básicas de calidad. • Análisis de procesos. • Inspección. • Revisión solicitud de cambios.
<i>Human Resources</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Organigramas y descripciones de cargos. • Juicio de expertos. • Reuniones. • Asignación previa. • Adquisiciones. • Capacitación. • Reconocimiento y recompensas. • Herramientas para evaluación de personal.
<i>Communication</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de requisitos de comunicación. • Reuniones. • Sistemas de gestión de información. • Informes de desempeño. • Métodos de comunicación.
<i>Risk</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Juicio de expertos. • Reuniones.

	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación de probabilidad e impacto de los riesgos. • Matriz de probabilidad e impacto. • Categorización de los riesgos. • Análisis de reservas.
<i>Procurement</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Juicio de expertos. • Reuniones. • Técnicas de evaluación de propuestas. • Negociación de adquisiciones. • Revisiones del desempeño de las adquisiciones. • Inspecciones y auditorías.
<i>Stakeholders</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de interesados. • Métodos de comunicación. • Reuniones. • Sistemas de gestión de la información.

Variances and Baseline Management

<p>Scope Variance</p> <p>El alcance del proyecto no debe alterarse, ya que debe asegurarse el cumplimiento de los requerimientos de calidad del producto.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Variaciones aceptables. <p>Son aquellas variaciones valoradas y autorizadas por el <i>sponsor</i>, donde no se encuentran afectaciones negativas que impacten la calidad del producto.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Variaciones que indican advertencia. <p>Son aquellas variaciones donde no se da cumplimiento a los entregables considerados en las distintas fases del proyecto.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Variaciones inaceptables. <p>Las variaciones inaceptables son aquellas que no fueron autorizadas por el patrocinador y que afectan la calidad del producto.</p>	<p>Scope Baseline Management</p> <p>El director de proyecto debe realizar monitoreo y control a cada uno de los entregables definidos por cada fase del proyecto, teniendo en cuenta la declaración de alcance. De acuerdo a lo anterior, ante la presencia de variaciones aceptables, el director de proyecto debe realizar seguimiento y reportar al patrocinador el impacto que causan estas variaciones.</p> <p>Para el caso de variaciones que indican advertencia, el director de proyecto debe realizar reuniones de seguimiento para identificar el proceso que está generando la variación del alcance y establecer acciones preventivas que mitiguen la ocurrencia de eventos que impacten el cumplimiento del alcance.</p> <p>Por otro lado, para las variaciones inaceptables se establecerán planes de acciones correctivas que permitan re- direccionar el alcance del proyecto teniendo en cuenta las especificaciones de la declaración de alcance. En este caso, el director de proyecto debe asegurar la gestión de control de</p>
--	---

	<p>cambios, debido a que la variación del alcance en este punto puede estar condicionada por requerimientos del cliente o características de calidad del producto.</p>
<p><i>Schedule Variance</i></p> <p>Se realizará seguimiento al cronograma, con el fin de hacer seguimiento a las actividades programadas y controlar los cambios que se pueden presentar en la línea base de cronograma.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Variaciones aceptables. <p>Durante la ejecución del proyecto se consideran aceptables aquellas variaciones de cronograma que no superen un $\pm 10\%$ del tiempo proyectado.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Variaciones que indican advertencia. <p>Aquellas variaciones de cronograma que sean superiores a un $\pm 10\%$ del tiempo proyectado.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Variaciones inaceptables. <p>Las variaciones inaceptables de cronograma son aquellas que superen en</p>	<p><i>Schedule Baseline Management</i></p> <p>Se realizará seguimiento y control a la línea base de cronograma por medio de reuniones de seguimiento semanales donde cada líder de proceso argumentará su gestión, identificando las tareas ejecutadas y analizando su desempeño respecto a la proyección del cronograma.</p> <p>Para el caso de las variaciones aceptables se presentará ante el patrocinador, un reporte donde se evidencien dichas variaciones.</p> <p>Por otro lado, las variaciones que indican advertencia serán divulgadas en reuniones de seguimiento gerenciales donde el sponsor y el director de proyecto establecerán estrategias para mitigar impactos negativos al cronograma.</p> <p>Se mantendrá control constante a las variaciones inaceptables mitigando así los impactos negativos al cronograma. De acuerdo a</p>

<p>$\pm 18\%$ la línea base tiempo proyectada.</p>	<p>lo anterior se implementarán acciones preventivas a las variaciones que presenten signos de alarma que aún no afecten el cronograma del proyecto y así asegurar de forma óptima el cumplimiento del cronograma. Se ejecutarán acciones correctivas sobre aquellas actividades que estén consumiendo más tiempo del proyectado, lo anterior para mantener el proyecto en la línea base de tiempo establecida.</p>
<p><i>Cost Variance</i></p> <p>Para el caso de variación aceptable en el costo se estima en un valor no superior al 8% del presupuesto del proyecto.</p> <p>Las variaciones que indican alarma en el seguimiento de costos no deben ser superior 12% del presupuesto estimado.</p> <p>Por último las variaciones inaceptables son aquellas que superan en un 20% los costos.</p>	<p><i>Cost Baseline Management</i></p> <p>El control de costos del proyecto está determinado por el seguimiento al cumplimiento de los entregables según los recursos y tiempo estimados. A partir del análisis de costos realizado se evaluarán las acciones correctivas o preventivas para asegurar el cumplimiento de la línea base de costos. De acuerdo a lo anterior se considera que las variaciones inaceptables que se puedan presentar deben ser reportadas al <i>sponsor</i> y realizar gestión de cambios que permitan controlar de forma acertada los costos del proyecto.</p>

Project Reviews

Durante el desarrollo del proyecto se llevarán a cabo actividades de seguimiento donde se valide que la evolución del proyecto está en función de las líneas base de alcance, tiempo y costo. Cabe aclarar que el proceso de seguimiento y control estará orientado por mantener la triple restricción de proyecto sin afectar las características de calidad del producto final del proyecto. Adicionalmente se realizará la medición del desempeño en cada una de las fases del proyecto para determinar si se requiere aplicar planes de acción que mitiguen los riesgos de impacto negativo en el desarrollo de cada una de las fases del proyecto y sus entregables asociados.

3.2.1.1 Plan de gestión de cambios.

El plan de gestión de cambios definido a continuación proporciona las indicaciones para realizar la gestión del control de cambios y la gestión documental del proceso.

CHANGE MANAGEMENT PLAN

Project Title: Proyecto para la implementación de estaciones solares en zonas rurales no interconectadas.
Date Prepared: 30 de Junio de 2018

Change Management Approach:

Durante la gestión y ejecución del proyecto se presentarán distintas situaciones que podrán generar afectaciones que ocasionen el fracaso del proyecto sino se realiza una gestión adecuada de tratamiento de hallazgos.

De acuerdo a lo anterior, se debe llevar a cabo un proceso de control de cambios que permita mitigar o minimizar las posibles afectaciones que se puedan presentar en el alcance, tiempo y costo del proyecto. En este caso, se debe implementar una solicitud de cambio, que puede estar compuesta por acciones correctivas, preventivas o reprocesos presentes en el desarrollo del proyecto. Adicionalmente se debe contar con un registro de control de cambios que documente los cambios realizados durante el proyecto.

Definitions of Change:

Schedule change:

A continuación se mencionan las situaciones sobre las que se implementará una solicitud y registro de cambio en función de la conservación del cronograma del proyecto. Lo anterior considerando prácticas de compresión de cronograma como “*Fast Tracking*” o “*Crasing*”.

- Retrasos ocasionados por hallazgos de no calidad en los diseños o tiempos de

entrega excesivos: De acuerdo al hallazgo generado en esta fase del proyecto se debe realizar un análisis del cronograma del proyecto y según su impacto en el tiempo se debe hacer una solicitud de cambio, la cual debe ser gestionada por el director del proyecto ante el *Sponsor* y demás interesados del proyecto.

- **Retrasos en el ensamble mecánico y eléctrico del producto:** En este caso, se debe evaluar la causa del retraso y realizar ante el director del proyecto una solicitud de cambio que mitigue el impacto negativo al proyecto.
- **Retrasos en puesta en marcha por hallazgos de no calidad o agentes externos al proyecto:** Durante la fase puesta en marcha se pueden presentar situaciones asociadas a hallazgos de no calidad que no se detectaron durante las fases de diseño y producción del producto generando retrasos en la instalación de las estaciones solares, adicionalmente se pueden presentar situaciones como desorden público, factores climáticos, accidentes de tránsito en entre otras situaciones externas que pueden comprometer el cumplimiento del cronograma. De igual forma que en los casos anteriores se deben evaluar los impactos generados y tramitar ante el director del proyecto la solicitud de cambio requerida para asegurar el cumplimiento del cronograma.

Budget change:

Para el caso del presupuesto, las situaciones que requirieren que se realice su actualización se mencionan a continuación. En este caso, se contemplan situaciones o hallazgos que impacten el presupuesto, los costos o el flujo de caja del proyecto.

- **Selección errada de equipos, durante el proceso de Diseño:** En este caso se debe evaluar el impacto financiero del hallazgo, ya que se debe determinar en qué proporción afecta los costos de adquisición y construcción de las estaciones solares. En este caso, se

debe realizar una solicitud de cambio ante el director del proyecto, para que en conjunto con las partes interesadas se determine la mejor opción para minimizar los sobrecostos del proyecto y asegurar la calidad del producto final.

- **Estimación de recurso técnico requerido para la construcción y puesta en marcha de las estaciones solares:** Para el desarrollo de actividades de construcción, montaje y puesta en marcha, se debe asegurar recurso técnico requerido en función de los tiempos de ejecución y costos asociados al proyecto. En este caso, si el recurso técnico considerado para la labor es insuficiente o está expuesto a asumir tareas no contempladas durante las actividades planeadas, se debe tramitar la solicitud de cambio ante el director del proyecto para que a través de los líderes de proceso se evalúen los aspectos a tener cuenta para mantener un óptimo desarrollo de costos que no afecten el flujo de caja o presupuesto del proyecto.

Scope change:

Como se mencionó en el plan de gestión del proyecto, el alcance no debería alterarse, esto debido a que debe asegurarse el cumplimiento de los requerimientos de calidad del producto, los cuales están definidos por las especificaciones técnicas planteadas en la fase de inicio del proyecto.

Sin embargo, en caso de requerir actualizaciones o cambios en el alcance, el director de proyectos es responsable por mantener una gestión rigurosa y constante de los cambios solicitados. De acuerdo a lo anterior, a continuación se mencionan las situaciones que requieren una posible actualización del alcance.

- **Cambio de sitio de instalación de las estaciones solares:** La línea base del alcance del proyecto está definida para realizar la implementación de (6) estaciones solares en las

viviendas de la Vereda la Parada – Sector la Colorada, jurisdicción del municipio Jerusalén – Cundinamarca. En este caso, si se realiza cambio del sitio de instalación, se debe realizar la actualización de los diseños, los materiales ya adquiridos y pendientes por adquirir, evaluación de la duración del proyecto de acuerdo a la zona y condiciones de instalación.

Para la aprobación de esta solicitud de cambio, el director de proyecto debe solicitar autorización ante el “*Sponsor*” del proyecto, ya que este cambio está alterando el alcance, el costo y posiblemente el tiempo de ejecución del proyecto.

Project document changes:

Los documentos del proyecto expuestos a cambios son:

- **Registro de interesados:** Este documento contiene la información relevante para el proyecto de cada uno de los interesados, el cual se debe consultar y actualizar frecuentemente, ya que los interesados del proyecto podrían cambiar o es posible identificar nuevos interesados durante el desarrollo del proyecto.
- **Registro de riesgos:** Este documento debe actualizarse con la evaluación de los riesgos existentes, la identificación de nuevos riesgos, revalidación de las valoraciones de probabilidad e impacto y liberación de reservas asociadas a riesgos que ya no apliquen dentro de la ejecución del proyecto.

Change Control Board:

Name	Role	Responsibility	Authority
Sponsor	Patrocinador del proyecto	Responsable por brindar el recurso financiero para desarrollar el objeto del proyecto.	Nivel de autoridad muy alto (95 - 100%). Aprobación de solicitudes de cambio.
Coordinador Comité	Director de proyecto	Encargado de desarrollar el proyecto basado en los lineamientos de los planes de gestión. Encargado de recibir las solicitudes de cambio, evaluarlas en comité técnico y sustentarlas ante el Sponsor para su posterior aprobación.	Nivel de autoridad alto (90 - 95%). Recolección de solicitudes de cambio, para Evaluador de solicitudes de cambio.
Líder técnico	Ingeniero de diseño	Encargado de dar los dictámenes técnicos de las solicitudes de cambio, a partir de la investigación de causa y efecto de las solicitudes de cambio.	Nivel de autoridad medio (80 - 90%). Representación técnica e investigación de las solicitudes de cambio resultantes del proyecto.

Change Control Process:

Change request submittal	<p>Durante el desarrollo de cada una de las fases del proyecto se debe realizar control y seguimiento a las actividades que dan cumplimiento a los entregables. De acuerdo a lo anterior los líderes de proceso deben diligenciar las solicitudes de cambio que se consideren necesarias para entregarlas al director del proyecto quien se encargará de gestionar su tratamiento. Todas las solicitudes de cambio deben registrarse en la planilla de cambios y se debe diligenciar el formato de solicitud y seguimiento de cambios.</p>
---------------------------------	--

<p><i>Change request tracking</i></p>	<p>Para el análisis de las solicitudes de cambio, el comité técnico realizará reuniones semanales donde se evaluarán una a una las solicitudes. Durante estas reuniones se evaluará y presentará la evidencia correspondiente, para tramitarla y buscarla aprobación del <i>Sponsor</i> del proyecto.</p>
<p><i>Change request review</i></p>	<p>El comité técnico analizará la evidencia correspondiente a cada una de las solicitudes de cambio, en este caso se asignará una valoración a cada solicitud para dar por continuidad al proceso de gestión de cambio o rechazo de la solicitud. La aprobación de la solicitud de cambio debe ser coherente con el alcance, con bajo impacto al cronograma y presupuesto del proyecto.</p>
<p><i>Change request disposition</i></p>	<p>Las solicitudes de cambio deben tener un plazo de gestión no superior a (89) días, esto debido a la duración del proyecto y la afectación que puede tener el hecho de no dar un oportuno tratamiento. La gestión de las solicitudes de cambio presentará la siguiente valoración posterior a sus análisis.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Solicitud aprobada: De 4 a 5 puntos. • Solicitud aplazada: De 3 a 4 puntos. • Solicitud Rechazada: <3 puntos.

3.2.2 Plan de involucrados.

La gestión de involucrados establece los procesos requeridos para identificar a los interesados, analizar sus expectativas y su impacto en la toma de decisiones para el desarrollo del proyecto. A continuación se presenta el plan de gestión de involucrados del proyecto.

STAKEHOLDER MANAGEMENT PLAN

Project Title: Proyecto para la implementación de estaciones solares en zonas rurales no interconectadas.

Date Prepared: 30 de Junio de 2018

<i>Stakeholder</i>	<i>Unaware</i>	<i>Resistant</i>	<i>Neutral</i>	<i>Supportive</i>	<i>Leading</i>
<i>Sponsor</i>				C	D
Director de proyecto				C	D
Ingeniero diseño eléctrico				C	D
Ingeniero diseño mecánico				C	D
Jefe de compras				C	D
Proveedores			C	D	
Jefe de gestión humana				C	D
Jefe financiero				C	D
Jefe de ensamble y montaje				C	D
Técnicos de ensamble y				C	D

montaje					
Usuario final		C		D	
Autoridades técnicas			C	D	

C = Current level of engagement D = Desired level of engagement

Stakeholder	Communication Needs	Method/Medium	Timing/Frequency
<i>Sponsor</i>	<ul style="list-style-type: none"> Reporte de avance del proyecto según cronograma. Informe de costos. Solicitudes de cambio. 	<ul style="list-style-type: none"> Envío de documentación vía electrónica (<i>Mail</i>). Reuniones de seguimiento de avance y estado de costos. 	<ul style="list-style-type: none"> Informes de avance deben enviarse semanalmente, antes de la reunión de seguimiento. Los documentos asociados a solicitudes se tramitarán por semana.
Director de proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Informes de avance de cada uno de los líderes de proceso según cronograma de proyecto. 	<ul style="list-style-type: none"> Envío de informes de avance vía electrónica (<i>Mail</i>). 	<ul style="list-style-type: none"> Informes de avance deben enviarse semanalmente, antes de la reunión de seguimiento.
Área de diseño e Ingeniería	<ul style="list-style-type: none"> Divulgación del alcance del proyecto y especificaciones técnicas. 	<ul style="list-style-type: none"> Reunión de lanzamiento del proyecto. 	<ul style="list-style-type: none"> Reunión requerida al inicio del proyecto.

Líderes de proceso	<ul style="list-style-type: none">• Seguimiento a las actividades asociadas a cada proceso que interviene en el proyecto.	<ul style="list-style-type: none">• Envío de información y documentos vía electrónica (<i>Mail</i>).	<ul style="list-style-type: none">• Seguimiento semanal.
Proveedores	<ul style="list-style-type: none">• Solicitud de suministros e información técnica.	<ul style="list-style-type: none">• Envío de información y documentos vía electrónica (<i>Mail</i>).	<ul style="list-style-type: none">• Según requerimientos del proyecto.
Usuario final	<ul style="list-style-type: none">• Entrega de documentación técnica de las estaciones solares.	<ul style="list-style-type: none">• Entrega de documentación en formato físico.	<ul style="list-style-type: none">• Durante el montaje y entrega del producto final.

Pending Stakeholder Changes

La identificación de los interesados está asociada al ciclo de vida del proyecto. En este caso, se debe tener especial cuidado, por lo que se debe realizar monitoreo y control a las necesidades y requerimientos a los cuales se les debe dar tratamiento para evolucionar en el desarrollo de las actividades. El hecho de no atender a las solicitudes de los interesados representa un riesgo de reproceso o suspensión dentro de la gestión y ejecución del proyecto, esto debido a que según la influencia del interesado se pueden presentar impactos que afecten la triple restricción del proyecto, es decir, el alcance, el tiempo y el costo.

Stakeholder Relationships

<p>Durante la gestión y ejecución del proyecto se pueden consolidar distintos grupos de involucrados que pueden afectar positiva o negativamente el proyecto.</p> <p>De acuerdo a lo anterior se tiene un grupo de jefaturas: Este grupo está conformado por todos los líderes de proceso del proyecto quienes ejercerán las presiones requeridas para que las entradas y salidas de sus procesos sean precisas y cumplan con las necesidades del proyecto. Este tipo de presión se considera positiva ya que se está asegurando el cumplimiento de los entregables.</p> <p>Otro grupo de interesados está asociado al patrocinador del proyecto y el director de proyecto, quienes están constantemente monitoreando el desarrollo del proyecto para dar cumplimiento a los entregables y el cumplimiento de la calidad del producto final.</p> <p>De acuerdo a lo anterior, se considera que la comunicación efectiva entre involucrados es vital ya que permite direccionar de forma acertada la información para así asegurar la calidad del producto final objeto del proyecto.</p>
--

Stakeholder Engagement Approach

Stakeholder	Approach
Sponsor	<p>Se deben entregar informes de avance asertivos del desarrollo de actividades, adicionalmente se espera plantear estrategias de optimización para asegurar el cumplimiento de las líneas base de alcance, tiempo y costo. En este caso se espera gestionar y ejecutar el proyecto sin tener que usar las reservas de contingencia y administración del proyecto.</p>

Director del proyecto	A través de los planes de gestión se busca desarrollar habilidades que soporten cada una de las fases de desarrollo del proyecto. De acuerdo a esto, se espera que la gestión del director del proyecto refleje la calidad de las herramientas y técnicas que se ponen a su disposición para la conclusión satisfactoria del proyecto.
Área de diseño e Ingeniería	Se debe asegurar que el área de ingeniería desarrolle de forma satisfactoria sus actividades para dar cumplimiento a sus entregables según su intervención en el proyecto, por lo anterior el acta de constitución del proyecto y la declaración de alcance deben enunciar claramente el objeto del proyecto para así desarrollar una ingeniería que se ajuste a las necesidades del usuario final.
Líderes de proceso	Los líderes de proceso tendrán a su disposición las herramientas y técnicas para desarrollar, controlar y hacer seguimiento a las actividades de cada uno de los entregables del proyecto. Sin embargo, si se requiere realizar actualizaciones de procedimientos y formatos de registro que mejoren su desempeño durante la ejecución del proyecto, se tiene la disposición por parte del director del proyecto para gestionar las solicitudes de cambio necesarias para garantizar una conclusión satisfactoria del proyecto.
Proveedores	Para el caso de los proveedores, se deben realizar procesos de seguimiento y control donde se mida su desempeño y así poder asegurar la calidad de las adquisiciones y el cumplimiento de los tiempos de entrega y costos de acuerdo a la programación y presupuesto del

	proyecto.
--	-----------

3.2.2.1 Matriz de registro de involucrados.

La matriz de registro de involucrados permite relacionar quienes intervienen en el proyecto, de acuerdo a sus necesidades, responsabilidades, intereses y roles durante la ejecución del proyecto. En el **Anexo A. Matriz de involucrados**, se presenta el grupo de involucrados del proyecto.

3.2.2.2 Análisis de involucrados.

Durante el desarrollo del proyecto se podrán identificar interesados que puedan verse afectados o afectar la evolución del proyecto. De acuerdo a lo anterior, se debe realizar el registro de los interesados donde se pueda evidenciar necesidades, expectativas, roles, intereses y demás condiciones que permiten establecer el poder y la influencia de los involucrados durante el ciclo de vida del proyecto. En el **Anexo B. Registro y análisis de involucrados**, se presenta la información relevante de los involucrados internos y externos del proyecto.

3.2.2.3 Matriz de influencia dependencia.

Durante el desarrollo del proyecto se debe tener en cuenta la intervención de cada uno de los interesados internos y externos, con el fin de determinar su poder e interés sobre el proyecto. A continuación se presenta la **Gráfica 1. Matriz de poder - interés (Influencia - Dependencia)**, la cual relaciona los interesados que intervienen durante la ejecución del proyecto.

3.2.2.4 Matriz temas y respuestas.

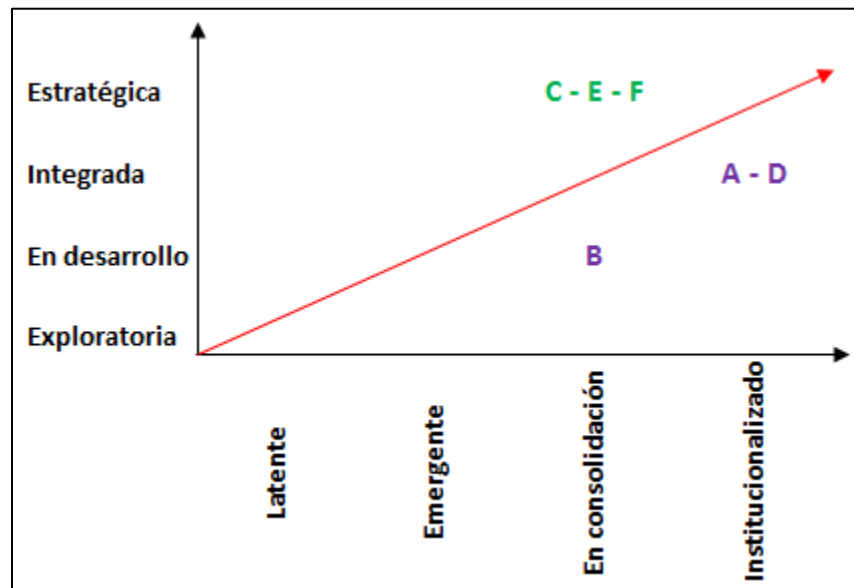
Durante la ejecución del proyecto los interesados o involucrados formularán temas de interés que serán tratados de acuerdo a su nivel de relevancia dentro de la organización y la respuesta se

gestionará de acuerdo al rol o perfil del interesado. A continuación se presenta la **Tabla 26. Matriz de temas y respuestas**, donde se relacionan los temas de interés asociados al proyecto.

Tabla 26. Matriz de temas y respuestas

ITEM	TEMA DE INTERES	INTERESADOS	RESPUESTA ORGANIZACIONAL	MADUREZ
A	Impacto social por la implementación de estaciones de energía solar.	Habitante zona rural. Equipo de proyecto. <i>Sponsor.</i>	Integrada	Institucionalizado
B	Capacidad de respuesta ante una solicitud de soporte técnico para la estación solar.	Habitante zona rural. Equipo de proyecto. <i>Sponsor.</i>	En desarrollo	En consolidación
C	Validar si la alcaldía municipal tiene programas de gobierno que apoyen a los campesinos con la inversión en las estaciones solares.	Habitante zona rural. Equipo de proyecto. <i>Sponsor.</i> Autoridades ambientales.	Estratégica	En consolidación
D	Se debe identificar, si al instalar los paneles solares no existe atracción a descargas atmosféricas.	Habitante zona rural. Equipo de proyecto. <i>Sponsor.</i>	Integrada	Institucionalizado
E	Suministro de estaciones solares a todas las veredas que son jurisdicción de Jerusalén Cundinamarca.	Habitante zona rural. Grupo de ingeniería.	Estratégica	En consolidación
F	Proyección de ventas en otras regiones del país.	Equipo de proyecto. <i>Sponsor.</i>	Estratégica	En consolidación

Fuente: Construcción del autor.



Gráfica 13. Gráfica de temas y respuestas

Fuente: Construcción del autor.

De acuerdo a los datos obtenidos en la **Gráfica 13. Gráfica de temas y respuestas** se tiene que los temas que se encuentran en zona de riesgo, deben ser tratados con mayor precisión y cuidado

ya que de no darles la importancia requerida es posible que tenga un impacto negativo durante el desarrollo del proyecto.

El desarrollo de la matriz de preguntas y respuestas se detalla a continuación.

- **Respuesta de la organización**

- **Sin relación:** La organización no tiene relación con el tema.
- **Exploratoria:** En este tipo de respuesta se establece un compromiso individual de explorar y aprender sobre determinado tema.
- **En desarrollo:** Se establecen procesos de relación de buena calidad, sin embargo en este tipo de respuesta no se tiene claridad sobre el tema por lo que se deben desarrollar competencias para dar respuesta al tema.
- **Integrada:** Se da una respuesta de alta calidad, asegurando el tratamiento adecuado del tema.
- **Estratégica:** Se dan respuestas estratégicas que aportan al desarrollo del negocio, tratando los temas a profundidad con el fin de dar claridad y lograr cambios sistémicos para la mejora de la organización o el proyecto.

- **Madurez del tema.**

- **Latente:** El tema no cuenta con evidencia concreta y generalmente depende del interesado. En este caso, los temas no son parte fundamental del proyecto.
- **Emergente:** Ya existen investigaciones sobre el tema. Dichos temas dependen de investigaciones externas.
- **En consolidación:** En esta etapa de madurez los temas son tratados por los interesados y se determinan acciones para el óptimo desarrollo del proyecto.

- **Institucionalizado:** La madurez de estos temas los reflejan como parte fundamental del proyecto, definen criterios para el adecuado desarrollo del proyecto.

3.2.2.5 Resolución de conflictos y gestión de expectativas.

Los conflictos forman parte relacionamiento con los demás, ya que ocurren cuando existen interesados en un tema con expectativas y deseos diferentes, de acuerdo a lo anterior es inevitable que durante la gestión y desarrollo del proyecto se puedan presentar conflictos.

Todos los conflictos deben abordarse de una forma apropiada con un enfoque directo y de resolución. Inicialmente son los miembros del equipo de proyecto quienes deben resolver el conflicto, pero si el conflicto persiste el director debe actuar como facilitador para promover la resolución del conflicto.

En el **Anexo EE. Resolución de conflictos y gestión de expectativas** se presenta el formato de registro donde se lleva seguimiento y control a los conflictos o expectativas que surgen en el equipo de proyecto.

3.2.3 Plan de alcance.

Desde el plan de gestión de alcance se define todos los procesos, entregables y actividades para dar cumplimiento al objeto del proyecto. De acuerdo a lo anterior a continuación se presenta el plan de gestión de alcance.

SCOPE MANAGEMENT PLAN

Project Title: Proyecto para la implementación de estaciones solares en zonas rurales no interconectadas.
Date: 30 de Junio de 2018

Scope Statement Development

Debido a la necesidad energética en zonas rurales no interconectadas o en zonas con suministro de energía deficiente debido a los frecuentes cortes o fluctuaciones de la red eléctrica convencional, se estableció el alcance del proyecto, donde se pretende implementar una solución energética proveniente de la radiación solar.

De acuerdo a lo anterior, se establece la declaración de alcance del proyecto para la implementación de estaciones solares en la zona rural de la vereda La Parada ubicada al norte del municipio de Jerusalén perteneciente al departamento de Cundinamarca. Para la declaración de alcance del proyecto, se realizaron encuestas para determinar el interés de la población en la adquisición de sistemas de energía renovable. Por otro lado, se realizó la valoración del sector para determinar la viabilidad de la implementación de estaciones solares, donde se concluyó que el sector cuenta con una alta incidencia solar la cual es óptima para la implementación del proyecto. Posterior a la definición de alcance, se realiza la definición de las estructuras de desagregación del trabajo y producto donde se reflejan los entregables y características de producto.

WBS Structure

En la WBS se establece la descomposición jerárquica del alcance total del proyecto, en este caso se presenta una estructura de desagregación a segundo nivel donde se contemplan las siguientes Fases:

- 1. IMPLEMENTACIÓN DE ESTACIONES SOLARES EN ZONAS RURALES NO INTERCONECTADAS.
- 1.1 Caso de negocio.
- 1.2 Diseños.
- 1.3 Construcción.
- 1.4 Puesta en marcha.
- 1.5 Gerencia de proyecto.

Esta estructura de desagregación cuenta 5 fases de proyecto. Cada una de estas fases integrada por distintos entregables los cuales están compuestos por actividades que serán ejecutadas por el equipo de proyecto para dar cumplimiento al alcance.

WBS Dictionary

El diccionario de la WBS, presentará la información de los paquetes de trabajo y una descripción de los entregables a desarrollar. Adicionalmente se reflejan los costos de recursos y materiales asociados a cada una de las actividades consideradas para dar cumplimiento a los entregables.

- Nombre del paquete de trabajo.
- Código WBS.
- Descripción del trabajo o entregable.
- Supuestos y restricciones.
- Hitos asociados al cronograma.

- Fechas de inicio y finalización.
- Actividades asociadas a los entregables.
- Estimación de costos de recursos y materiales.
- Requerimientos de calidad.
- Criterios de aceptación.
- Especificaciones técnicas.

Scope Baseline Maintenance

Durante la gestión y ejecución del proyecto se presentarán distintas situaciones que podrán generar afectaciones que ocasionen el fracaso del proyecto sino se realiza una gestión adecuada de tratamiento de hallazgos. De acuerdo a lo anterior, se debe llevar a cabo un proceso de control de cambios que permita mitigar o minimizar las posibles afectaciones que se puedan presentar en el alcance, tiempo y costo del proyecto. A continuación se presentan los cambios de que deben someterse a un proceso de aprobación de cambios.

- Retrasos ocasionados por hallazgos de no calidad en los diseños o tiempos de entrega excesivos.
- Retrasos en el ensamble mecánico y eléctrico del producto.
- Retrasos en puesta en marcha por hallazgos de no calidad o agentes externos al proyecto.

En este caso, se debe implementar una solicitud de cambio, que puede estar compuesta por acciones correctivas, preventivas o reprocesos en el desarrollo del proyecto. Adicionalmente se debe contar con un registro de control de cambios que documente los cambios realizados. Lo anterior asegurando que se mantenga la línea base de alcance del proyecto y un óptimo aprovechamiento del presupuesto.

Scope Change

La gestión de alcance debe asegurar el cumplimiento de los requerimientos técnicos y de calidad del producto, los cuales están definidos por las especificaciones técnicas planteadas desde el inicio del proyecto.

Sin embargo, en caso de requerir actualizaciones o cambios en el alcance, el director de proyecto es responsable por mantener una gestión rigurosa y constante de los cambios solicitados, es decir se deben garantizar los procesos requeridos para completar con éxito cada uno de los entregables del proyecto. De acuerdo a lo anterior, a continuación se mencionan las situaciones que requieren una posible actualización del alcance.

- **Cambio de sitio de instalación de las estaciones solares:** La línea base del alcance del proyecto está definida para realizar la implementación de (6) estaciones solares en las viviendas de la Vereda la Parada – Sector la Colorada, jurisdicción del municipio Jerusalén – Cundinamarca.

En este caso, si se realiza cambio del sitio de instalación, se debe realizar la actualización de los diseños, los materiales ya adquiridos y pendientes por adquirir, evaluación de la duración del proyecto de acuerdo a la zona y condiciones de instalación. Para la aprobación de esta solicitud de cambio, el director de proyecto debe solicitar autorización ante el “*Sponsor*” del proyecto, ya que este cambio está alterando la línea base de alcance y cronograma del proyecto.

Deliverable Acceptance

El control de calidad está definido por la verificación del producto ensamblado de acuerdo a las especificaciones técnicas y la ingeniería emitida por el proceso de diseño. Dicho proceso de verificación se realizará por medio de la ejecución de pruebas funcionales en fábrica donde se comprueba la completa operatividad de las estaciones solares. A continuación se presenta un esquema que refleja el proceso de aseguramiento y control de calidad, que garantiza que se entregue un producto según los requerimientos y necesidades del usuario final.

PROCESO	ENTREGABLE	PROCEDIMIENTO
Proceso de diseño	Especificaciones técnicas de producto	Se realiza el registro de las condiciones de instalación y las necesidades de carga del usuario final. A partir de esta información se realizará el diseño de la estación solar requerida.
	Planos de ingeniería de detalle	Emisión de diagramas de disposición de equipos, características técnicas, esquemas de montaje y conexión de cables y accesorios.
	Cotización de materiales	Se debe realizar la cotización de equipos y componentes requeridos para el montaje de acuerdo a las especificaciones técnicas y criterios de

		diseño. Dichas cotizaciones serán las entradas al proceso de adquisiciones para determinar la cotización más adecuada para la implementación.
	Requisición de materiales	Se deben emitir los listados de materiales de acuerdo las cantidades y características técnicas de los equipos y componentes definidos por el proceso de ingeniería.
	Hoja de ruta	Se debe realizar la emisión de la hoja de ruta donde se describen las características técnicas de los equipos, cantidades y directrices de montaje. Dicho documento será la entrada para que el proceso de ensamble y montaje desarrolle las actividades asociadas a dicho proceso.
Proceso de ensamble y montaje	Registro de recepción y aceptación de materiales	Dar visto bueno a los materiales entregados para la integración de las estaciones solares. En este caso se debe dar aceptación a los materiales si cumplen en cantidades y

		especificaciones técnicas de acuerdo a las características de la aplicación.
	protocolo de pruebas FAT	Se deben emitir los protocolos de pruebas de las verificaciones y pruebas funcionales que garantizan la operatividad de las estaciones solares. Con la emisión de dicho formato de registro se permite la liberación y despacho de la estación para su posterior instalación.
	Check list de instalación y puesta en marcha – Protocolo pruebas SAT.	El <i>check list</i> de instalación y puesta en marcha define los parámetros que se deben tener en cuenta para la instalación y las pruebas funcionales que se deben ejecutar para asegurar el completo funcionamiento de las estaciones solares en el sitio de disposición final.
	Acta de entrega del producto.	En el acta de entrega se debe registrar la información del sitio de instalación, actividades ejecutadas, duración y observaciones de la instalación de las

		estaciones solares.
	Encuesta de satisfacción de la instalación	Al finalizar la instalación de las estaciones solares, se debe realizar la encuesta al cliente, para medir la satisfacción en cuanto a la instalación y puesta en marcha del sistema.

Scope and Requirements Integration

Los requerimientos de proyecto, producto y alcance están determinados en los entregables del proyecto. En este caso, se gestionarán las herramientas y técnicas necesarias para cumplir con el alcance según las especificaciones del producto. Por otro lado, realizando la gestión de integración, se toman las decisiones para la asignación de recursos y asignación de actividades que permiten desarrollar características y acciones necesarias para una ejecución controlada del proyecto de acuerdo a los entregables definidos.

Adicionalmente se realizará seguimiento y control constante para evaluar el desempeño de los procesos y así tomar acciones necesarias para mejorar o mantener el desempeño de cada una de las líneas base del proyecto.

3.2.3.1 *Plan de requerimientos.*

A continuación se presenta el plan de requerimientos del proyecto, donde se definen los requisitos de cumplimiento de cada una de las fases de ejecución. Adicionalmente se estructura la categorización y priorización de requisitos para llevar una trazabilidad de seguimiento y control de los entregables según los criterios de los objetivos de alcance, tiempo, costo y calidad del proyecto.

REQUIREMENTS MANAGEMENT PLAN

Project Title: Proyecto para la implementación de estaciones solares en zonas rurales no interconectadas.

Date: 30 de Junio de 2018

Collection

La recolección de requisitos para la implementación de las estaciones solares en las zonas rurales se hace a través de visitas a campo donde se evalúan las condiciones de incidencia solar en la zona y condiciones de instalación en las viviendas.

Adicionalmente se realizan toma de muestras estadísticas para determinar el tamaño de la población, el interés en la solución energética propuesta y la disposición de los pobladores para realizar la adquisición de las estaciones solares. De acuerdo a lo anterior, se implementan distintas técnicas y herramientas para consolidar los requerimientos del proyecto y así definir de forma acertada el alcance. A continuación se mencionan herramientas y técnicas consideradas para la definición de los requerimientos.

- Entrevistas a los interesados.
- Grupos focales o juicio de expertos.
- Tormenta de ideas.

- Encuestas.
- Estudios comparativos de tecnologías actuales.

Análisis de documentos existentes.

Analysis

El plan de gestión de requisitos describe como se analizarán, gestionarán y documentarán los requisitos para realizar el óptimo direccionamiento del proyecto. A continuación se mencionan algunos componentes que se deben considerar en el plan de gestión de requisitos.

- Realizar planificación, reporte y monitoreo a las actividades contempladas en cada uno de los entregables del proyecto.
- Seguir un proceso de categorización y priorización de los requisitos del proyecto.
- Estructuración de la matriz de trazabilidad para identificar las características de los requisitos.

Los requisitos están compuestos por las necesidades y expectativas del *Sponsor*, Director de proyecto, equipo de proyecto y usuario final, por esta razón los requisitos deben recopilarse y analizarse con un alto grado de detalle, para ser tenidos en cuenta durante el desarrollo del proyecto y así asegurar una gestión, ejecución y entrega de proyecto según las especificaciones y necesidades del usuario final.

Categories

Los requisitos se agrupan en distintas categorías para asegurar una interpretación más detallada durante la gestión del proyecto. A continuación se presentan las categorías incluidas

dentro del plan de gestión de requisitos.

- **Requisitos de negocio:** Estos requisitos agrupan las necesidades de la organización descritas como problemas, oportunidades y deseos en relación a la ejecución y conclusión satisfactoria del proyecto.
- **Requisitos de los interesados:** Refleja los requerimientos y necesidades de los interesados del proyecto para dar cumplimiento a los objetivos establecidos.
- **Requisitos de producto:** Para este caso los requisitos están compuestos por requisitos funcionales que hacen referencia a los atributos y características de operación del producto. Por otro lado, se tienen los requisitos no funcionales que describen el desempeño del producto y los impactos que se pueden presentar con su implementación.
- **Requisitos del proyecto:** Los requisitos de proyecto incluyen las acciones, procesos, criterios, supuestos, restricciones y la forma como se gestionarán en el desarrollo del proyecto.
- **Requisitos de calidad:** Definen los criterios de aceptación de los entregables del proyecto, los cuales son expuestos a procesos de aseguramiento y control para garantizar el cumplimiento de las especificaciones técnicas y expectativas del cliente.

Documentation

Los documentos asociados a los requisitos del proyecto serán registrados en la plantilla de documentación de requisitos, la cual está integrada por los siguientes términos.

- Identificación del requisito.
- Interesados.
- Categoría del requisito.

- Prioridad del requisito.
- Criterio de aceptación.
- Método de validación.

Prioritization

Los requisitos permiten cuantificar las necesidades de los distintos interesados, por tal motivo deben registrarse y analizarse detalladamente para realizar su medición durante la gestión del proyecto. En este caso, la priorización de los requisitos o requerimientos se tendrá en cuenta respecto a la planificación de alcance, tiempo, costo y calidad.

Para el caso del proyecto, el peso de la priorización está definido en un rango de 0 a 5 puntos donde la prioridad más alta está definida en (5) puntos y la prioridad más baja es (0) puntos.

- Alcance = Prioridad 5.
- Tiempo = Prioridad 3.
- Costo = Prioridad 4.
- Calidad = Prioridad 4.

Metrics

Las métricas se encuentran asociadas a plan de gestión de calidad donde se definen los criterios de aceptación de acuerdo a las especificaciones técnicas del producto. A continuación se relacionan las métricas consideradas en el plan de gestión de calidad.

- Análisis cuantitativo del desempeño de los involucrados del proyecto, con el fin de determinar planes de mejora para la ejecución de actividades y cumplimiento de los entregables.
- Medición de los tiempos registrados por proceso, para evaluar el cumplimiento del

cronograma en las actividades asociadas.

- Medición del desempeño de proveedores, de acuerdo los tiempos de entrega de materiales.
- Evaluación del porcentaje de cumplimiento del producto de acuerdo a los entregables de cada proceso.
- Evaluación de la instalación y puesta en marcha de las estaciones solares por medio de los datos obtenidos en la encuesta de satisfacción realizada al usuario.

Traceability Structure

Para el caso de la trazabilidad de los requisitos que satisfacen las especificaciones del producto del proyecto, en la plantilla de documentación de requisitos se establecen los criterios de aceptación y los métodos de evaluación. En este caso, queda el registro de cada uno de los requisitos según la fase del proyecto donde hayan sido aplicados.

Tracking

El rastreo de los requisitos se determinará por su cumplimiento en cada uno de los entregables del proyecto según sea su etapa de desarrollo. En este caso, como técnica de valoración y análisis se realizará la medición del desempeño de los requisitos de los entregables de acuerdo con los criterios de aceptación establecidos desde el plan de gestión de calidad del proyecto.

Reporting

El cumplimiento de los requisitos será monitoreado por los líderes de proceso y entregados al director de proyecto quien es responsable de analizar el desempeño del cumplimiento de los requisitos en las distintas fases y entregables del proyecto. En este caso, el director debe generar

un reporte semanal que debe ser divulgado a los interesados del proyecto donde se demuestre el desempeño del cumplimiento de los requisitos teniendo en cuenta lo ejecutado versus lo proyectado de acuerdo al alcance y cronograma del proyecto.

Validation

Cada uno de los procesos que intervienen en el desarrollo del proyecto tiene asociados distintos formatos de registro donde se hace seguimiento al cumplimiento de los entregables y la verificación de las especificaciones requeridas. Adicionalmente se realizan reuniones de seguimiento semanales donde se realizará monitoreo y control a cada uno de los entregables del proyecto para determinar su avance y desempeño de acuerdo al alcance y cronograma del proyecto.

Configuration Management

Durante el desarrollo de cada una de las fases del proyecto se debe realizar control y seguimiento a las actividades que dan cumplimiento a los entregables. De acuerdo a lo anterior los líderes de proceso deben diligenciar las solicitudes de cambio que se consideren necesarias para entregarlas al director del proyecto quien se encargará de gestionar su tratamiento. Para el análisis de las solicitudes de cambio, se establecerá un comité técnico que realizará reuniones semanales donde se evaluarán una a una las solicitudes. Durante estas reuniones se evaluará y presentará la evidencia correspondiente para asignar una valoración a cada solicitud dando continuidad al proceso de gestión de cambio o rechazo de la solicitud. La aprobación de la solicitud de cambio debe ser coherente con el alcance, con bajo impacto al cronograma y presupuesto, así se buscará la aprobación del *Sponsor* del proyecto.

3.2.3.1.1 Documentación de requerimientos.

En el **Anexo C. Documentación de requerimientos**, se presenta la documentación de requerimientos donde se identifican los interesados del proyecto y los requisitos que se deben cumplir a partir de los criterios de aceptación y los métodos de validación definidos.

3.2.3.2 Línea base de alcance.

La línea base de alcance es el plan aprobado del proyecto, donde se comprueba el desempeño real respecto al cronograma proyectado. Adicionalmente la línea base de alcance incluye los procesos y trabajos requeridos para dar cumplimiento a los entregables del proyecto. De acuerdo a lo anterior, la línea base es la aprobación de un enunciado de alcance, la estructura de desagregación del trabajo (**EDT**) y su diccionario asociado.

3.2.3.2.1 Estructura de desagregación del producto (EDP).

La estructura de desagregación del producto es una descripción jerárquica de los subsistemas que componen el producto. Dicha estructura se implementa para discriminar los componentes, identificar el costo e incluso determinar unidades funcionales para evaluar su comportamiento y encontrar posibles cambios que no deban afectar el resto de subsistemas del producto. En el **Anexo F. Estructura desagregación del producto (EDP)**, se presenta la estructura de desglose del producto.

3.2.3.2.2 Estructura de Desglose del Trabajo (EDT).

La EDT es una herramienta de descomposición jerárquica del alcance que proporciona una visión estructurada de los entregables o trabajos a ejecutar por cada una de las fases del proyecto, ver **Tabla 27. Estructura de desagregación del trabajo**. El termino entregable o trabajo está integrado en los paquetes de trabajo, donde se ejecutan distintas actividades para obtener su cumplimiento. En el **Anexo G. Estructura desagregación del trabajo (EDT)**, se presenta la

estructura de desglose del trabajo a tercer nivel de desagregación y a continuación de presenta (EDT) con cada una de las fases del proyecto desglosadas.

Tabla 27. Estructura de desagregación del trabajo

Continuación *Tabla 27. Estructura de desagregación del trabajo*

EDT	ACTIVIDADES
1 IMPLEMENTACIÓN DE ESTACIONES SOLARES EN ZONAS RURALES NO INTERCONECTADAS	
1.1 CASO DE NEGOCIO	
1.1.1 Diagnóstico	
1.1.1.1 Estado del arte	
1.1.1.1.1	Diagnóstico de estado
1.1.1.2 Estudios de Factibilidad	
1.1.1.2.1 Estudio de mercado	
1.1.1.2.1.1 Panorama del Sector	
1.1.1.2.1.1.1	Informe del panorama
1.1.1.2.1.2 Oferta	
1.1.1.2.1.2.1	Reporte de Oferta
1.1.1.2.1.3 Demanda	
1.1.1.2.1.3.1	Reporte Demanda
1.1.1.2.1.4 impacto Económico	
1.1.1.2.1.4.1	Informe Impacto Económico
1.1.1.2.2 Estudio de población	
1.1.1.2.2.1	Encuestas
1.1.1.2.2.2	Resultados estudio poblacional
1.1.1.2.3 Estudio social y ambiental	
1.1.1.2.3.1	Informe impacto social
1.1.1.2.3.2	Informe impacto ambiental
1.1.1.2.4 Estudio de viabilidad financiera	
1.1.1.2.4.1	Presupuesto Preliminar
1.1.1.3 Estudios técnicos	
1.1.1.3.1	Reporte Datos de campo de Consumo de energía
1.1.1.3.2	Informe Min. Minas y Energía
1.1.1.3.3	informe de incidencia solar en la zona
1.1.2 Plan legal y de creación	
1.1.2.1	Registro ante cámara de comercio
1.1.2.2	Registro ante DIAN
1.1.2.3 Recursos financieros	

Continuación *Tabla 27. Estructura de desagregación del trabajo*

EDT	ACTIVIDADES
1.1.2.3.1	Estudio de Alternativas
1.1.2.3.2	Selección de Alternativas
1.1.2.3.2.1	Formalización de Acuerdos
1.1.2.3.2.2	Desembolso de Fondos
1.1.3	Plan estratégico
1.1.3.1	Misión, Visión Valores
1.1.3.2	Político y legal
1.1.3.3	Socio-cultural
1.1.3.4	Plan administrativo
1.1.3.4.1	Procedimiento de recursos humanos
1.1.3.4.2	Procedimiento financiero
1.1.3.4.3	Procedimiento comercial
1.1.3.4.4	Procedimiento de compras
1.1.3.4.5	Procedimiento de costos
1.1.3.5	Plan operativo
1.1.3.5.1	Procedimiento de calidad
1.1.3.5.2	Procedimiento de producción
1.1.3.5.3	Procedimiento de servicio técnico
1.1.4	Adquisiciones
1.1.4.1	Recursos Humanos
1.1.4.1.1	Personal técnico
1.1.4.1.2	Personal Administrativo
1.1.4.2	Infraestructura
1.1.4.2.1	Oficinas
1.1.4.2.1.1	Equipos de Computo
1.1.4.2.2	Bodega (arrendamiento)
1.1.4.2.3	Mobiliario y dotación
1.1.4.2.4	Herramientas y equipos
1.1.4.2.4.1	Herramientas Manuales
1.1.4.2.4.2	Herramientas Eléctricas
1.1.4.2.4.3	Arnés Trabajo Alturas
1.1.4.2.4.4	Eslingas Trabajo Alturas
1.1.4.2.4.5	Línea de Vida
1.1.4.3	Compra de materiales
1.1.4.3.1	Consumibles
1.1.4.3.1.1	Papelería
1.1.4.3.1.2	Cafetería

Continuación *Tabla 27. Estructura de desagregación del trabajo*

EDT	ACTIVIDADES
1.1.4.3.2	Dotación Personal
1.1.4.3.2.1	Casco
1.1.4.3.2.2	Monogafas
1.1.4.3.2.3	Guantes
1.1.4.3.2.4	Protectores auditivos
1.1.4.3.2.5	Overol
1.1.4.3.2.6	Botas
1.1.4.3.2.7	Protector solar
1.2	DISEÑO
1.2.1	Análisis de legislación técnica vigente.
1.2.1.1	Reporte Legal
1.2.2	Diseño mecánico
1.2.2.1	Diseño base paneles fotovoltaicos
1.2.2.1.1	Planos mecánicos
1.2.2.1.2	Listado de materiales
1.2.2.2	Diseño de soportes de anclaje
1.2.2.2.1	Planos mecánicos
1.2.2.2.2	Listado de materiales
1.2.2.3	Diseño de tablero eléctrico
1.2.2.3.1	Planos mecánicos
1.2.2.3.2	Listado de materiales
1.2.2.4	Memorias de calculo
1.2.3	Diseño eléctrico
1.2.3.1	Diseño etapa receptora
1.2.3.1.1	Planos eléctricos
1.2.3.1.2	Especificaciones técnicas
1.2.3.1.3	Memorias de calculo
1.2.3.1.4	Listado de equipos y materiales
1.2.3.2	Diseño etapa de potencia
1.2.3.2.1	Planos eléctricos
1.2.3.2.2	Especificaciones técnicas
1.2.3.2.3	Memorias de calculo
1.2.3.2.4	Listado de equipos y materiales
1.2.3.3	Diseño etapa de control
1.2.3.3.1	Planos eléctricos
1.2.3.3.2	Especificaciones técnicas
1.2.3.3.3	Memorias de calculo

Continuación *Tabla 27. Estructura de desagregación del trabajo*

EDT	ACTIVIDADES
1.2.3.3.4	Listado de equipos y materiales
1.2.4	Diseño Manuales Técnicos
1.2.4.1	Manual de operación.
1.2.4.2	Manual de mantenimiento.
1.2.4.3	Manual de identificación de fallas.
1.3	CONSTRUCCIÓN
1.3.1	Ensamble mecánico
1.3.1.1	Armado de estructura paneles solares
1.3.1.1.1	Reporte dimensional
1.3.1.2	Armado de soportes de anclaje
1.3.1.2.1	Reporte dimensional
1.3.1.3	Reporte aceptación de estructura metálica
1.3.1.4	Reporte aceptación de tablero
1.3.2	Ensamble en Tablero eléctrico
1.3.2.1	Ensamble etapa de potencia
1.3.2.1.1	Montaje de equipos de potencia
1.3.2.1.2	Interconexiones sistema de potencia
1.3.2.1.3	Reporte aceptación montaje de potencia
1.3.2.2	Ensamble etapa de control
1.3.2.2.1	Montaje de equipos de control
1.3.2.2.2	Interconexiones sistema de control
1.3.2.2.3	Reporte aceptación montaje de control
1.3.3	Inspección y pruebas en fábrica
1.3.3.1	Inspección visual
1.3.3.1.1	Identificación de piezas defectuosas
1.3.3.1.2	Verificación dimensional respecto a planos
1.3.3.1.3	Reporte aceptación inspección visual
1.3.3.2	Inspección eléctrica
1.3.3.2.1	Inspección de equipos
1.3.3.2.1.1	Verificación de referencias e identificación de equipos.
1.3.3.2.1.2	Verificación de ajuste en puntos de conexión
1.3.3.2.1.3	Medición por continuidad de conexiones
1.3.3.2.1.3.1	Continuidad de circuitos de potencia
1.3.3.2.1.3.2	Continuidad de circuitos de control
1.3.3.3	Pruebas eléctricas en fábrica
1.3.3.3.1	Exposición solar en paneles fotovoltaicos
1.3.3.3.1.1	Medición de voltaje generado

Continuación *Tabla 27. Estructura de desagregación del trabajo*

EDT	ACTIVIDADES
1.3.3.3.2	Pruebas funcionales en regulador de carga
1.3.3.3.2.1	Inyección de voltaje y corriente
1.3.3.3.2.1.1	Medición de voltaje de entrada y salida
1.3.3.3.2.1.2	medición de corriente de salida
1.3.3.3.3	Pruebas funcionales en inversor
1.3.3.3.3.1	Inyección de voltaje
1.3.3.3.3.1.1	Medición de voltaje de entrada y salida
1.3.3.3.4	Pruebas funcionales baterías
1.3.3.3.4.1	Medición de voltaje de salida
1.3.3.3.4.2	Medición de tiempo de carga y descarga
1.3.3.4	Protocolo de inspección y pruebas en fábrica
1.3.4	Embalaje
1.3.4.1	Embalar unidades de empaque
1.3.4.1.1	Paneles solares
1.3.4.1.2	Estructura y soportes mecánicos
1.3.4.1.3	Tablero eléctrico
1.3.4.1.4	Dossier
1.3.4.1.4.1	Especificaciones técnicas
1.3.4.1.4.2	Planos eléctricos y mecánicos
1.3.4.1.4.3	Manuales técnicos
1.3.4.1.4.4	Reportes y protocolos de fábrica
1.3.4.1.4.5	Carta de garantía
1.3.4.2	Orden de despacho
1.4	PUESTA EN MARCHA
1.4.1	Inspección de materiales en sitio
1.4.1.1	Verificación de unidades de empaque
1.4.1.2	Desembalaje de materiales
1.4.2	Montaje mecánico
1.4.2.1	Montaje de soportes de paneles solares
1.4.2.2	Montaje de estructura y paneles solares
1.4.2.3	Anclaje de tablero eléctrico
1.4.3	Montaje eléctrico
1.4.3.1	Conexionado de acometidas de fuerza
1.4.3.2	Conexionado de acometidas de distribución
1.4.4	Pruebas eléctricas en sitio
1.4.4.1	Exposición solar en paneles fotovoltaicos
1.4.4.1.1	Medición de voltaje generado

Continuación **Tabla 27. Estructura de desagregación del trabajo**

EDT	ACTIVIDADES
1.4.4.2	Pruebas funcionales en regulador de carga
1.4.4.2.1	Medición de voltaje de entrada y salida
1.4.4.2.2	medición de corriente de salida
1.4.4.3	Pruebas funcionales en inversor
1.4.4.3.1	Medición de voltaje de entrada y salida
1.4.4.4	Pruebas funcionales baterías
1.4.4.4.1	Medición de voltaje de entrada
1.4.4.4.2	Medición de voltaje de salida
1.4.4.4.3	Medición de tiempo de carga y descarga
1.4.4.5	Inducción a usuario final
1.4.4.5.1	Divulgación de componentes
1.4.4.5.2	Modo de operación
1.4.4.5.3	plan de mantenimiento
1.5	GERENCIA
1.5.1	Inicio
1.5.1.1	Gestión de Integración
1.5.1.1.1	Acta de constitución
1.5.1.2	Gestión de involucrados
1.5.1.2.1	Listado de Interesados
1.5.2	Planeación
1.5.2.1	Gestión de integración
1.5.2.1.1	Plan de Dirección del proyecto
1.5.2.2	Gestión de Alcance
1.5.2.2.1	Plan de gestión de Alcance
1.5.2.2.2	Estructura de desagregación del trabajo (EDT)
1.5.2.3	Gestión de Tiempo
1.5.2.3.1	Definición de Actividades
1.5.2.3.2	Definición de Recursos
1.5.2.3.3	Definición de Duración
1.5.2.3.4	Cronograma del proyecto
1.5.2.4	Gestión de Costo
1.5.2.4.1	Definición de Costos
1.5.2.4.2	Presupuesto
1.5.2.5	Gestión de Calidad
1.5.2.5.1	Plan de gestión de Calidad
1.5.2.6	Gestión de Recursos Humanos
1.5.2.6.1	Plan de gestión de recursos Humanos

Continuación **Tabla 27. Estructura de desagregación del trabajo**

EDT	ACTIVIDADES
1.5.2.7	Gestión de las Comunicaciones
1.5.2.7.1	Plan de gestión de las comunicaciones
1.5.2.8	Gestión de Riesgos
1.5.2.8.1	Plan de Gestión de Riesgos
1.5.2.8.1.1	Identificar Riesgos
1.5.2.8.1.2	Análisis Cualitativo
1.5.2.8.1.3	Análisis Cuantitativo
1.5.2.8.1.4	Plan de respuesta
1.5.2.9	Gestión de Adquisiciones
1.5.2.9.1	Plan de Gestión de Adquisiciones
1.5.2.10	Gestión de Interesados
1.5.2.10.1	Plan de Gestión de interesados
1.5.3	Ejecución
1.5.3.1	Gestión de Calidad
1.5.3.1.1	Implementación del Plan de Calidad
1.5.3.2	Gestión de Recursos Humanos
1.5.3.2.1	Adquirir Equipo de Proyecto
1.5.3.3	Gestión de las Comunicaciones
1.5.3.3.1	Gestionar Comunicaciones
1.5.3.4	Gestión de Adquisiciones
1.5.3.4.1	Efectuar Adquisiciones
1.5.3.5	Gestión de Interesados
1.5.3.5.1	Gestionar participación de los interesados
1.5.4	Monitoreo y Control
1.5.4.1	Gestión de integración
1.5.4.1.1	Informes de seguimiento
1.5.4.2	Gestión de Alcance
1.5.4.2.1	Control de Cambios
1.5.4.2.1.1	Formato control de cambios
1.5.4.3	Gestión de Tiempo
1.5.4.3.1	Informe de seguimiento
1.5.4.4	Gestión de Costo
1.5.4.4.1	Informe de Seguimiento
1.5.4.5	Gestión de Calidad
1.5.4.5.1	Formatos de plan de gestión de Calidad
1.5.4.6	Gestión de Recursos Humanos
1.5.4.6.1	Plan de gestión de recursos Humanos

Continuación **Tabla 27. Estructura de desagregación del trabajo**

EDT	ACTIVIDADES
1.5.4.7	Gestión de las Comunicaciones
1.5.4.7.1	Informe de Seguimiento
1.5.4.8	Gestión de Riesgos
1.5.4.8.1	Informe de Seguimiento
1.5.4.9	Gestión de Adquisiciones
1.5.4.9.1	Administrar Adquisiciones
1.5.4.10	Gestión de Interesados
1.5.4.10.1	Control de participación
1.5.5	Cierre
1.5.5.1	Gestión de Integración
1.5.5.1.1	Cierre de Fase
1.5.5.1.2	Cierre de Proyecto
1.5.5.2	Gestión de Adquisiciones
1.5.5.2.1	Cerrar Órdenes de Compra

Fuente: Construcción del autor

3.2.3.2.3 Project scope statement.

La declaración de alcance es la herramienta que permite definir los límites de los entregables según los requerimientos y especificaciones del proyecto. Adicionalmente permite identificar supuestos, restricciones y demás condiciones relevantes a la gestión y ejecución. En el **Anexo I. Project scope statement** se presenta la declaración de alcance emitida para el desarrollo del proyecto.

3.2.3.2.4 Diccionario WBS.

El diccionario WBS permite tener una orientación al detalle de estructura de desagregación del trabajo, proporcionando información sobre los entregables y actividades de cada uno de los componentes de la (EDT). Ver **Anexo J. Diccionario WBS.**

3.2.4 Plan de gestión de la programación.

El plan de gestión de la programación, es el proceso que permite asignar actividades según duraciones, recursos, costos y restricciones de ejecución. Dichas actividades son las requeridas para dar cumplimiento al alcance del proyecto, a continuación se presenta el plan de programación desarrollado para el proyecto.

SCHEDULE MANAGEMENT PLAN

<i>Project title:</i>	Implementación de estaciones solares en zonas rurales no interconectadas	<i>Date:</i>	30 de Junio de 2018
------------------------------	--	---------------------	---------------------

Schedule Methodology

La técnica empleada para realizar la programación del proyecto es el método de la ruta crítica o CPM.

Schedule Tools

Las herramientas utilizadas para la elaboración de este plan son ***Microsoft Project, Microsoft Excel y WBS Schedule Pro.***

<i>Level of Accuracy</i>	<i>Units of Measure</i>	<i>Variance Thresholds</i>
La estimación de los tiempos para el presente plan, cálculo y precisión de sus actividades se realizaron en	Las unidades de medida utilizadas para este proyecto, cálculo y cumplimiento de actividades en horas/hombre.	Para realizar en control de las actividades y determinar el cumplimiento de los tiempos establecidos se tendrán en cuenta las siguientes variables: Si, <1, se interpretará como

horas.		<p>un atraso en la actividad.</p> <p>Si, =1, se interpretará como un cumplimiento en la actividad.</p> <p>Si, >1 Se interpretará como un adelanto en la actividad.</p>
--------	--	---

Schedule Reporting and Format

Se tiene contemplado como actividad realizar una reunión de seguimiento y control semanal, con el fin de efectuar el control y cumplimiento de la programación de los entregables en donde los involucrados tomarán las decisiones pertinentes de acuerdo a los adelantos, atrasos o cumplimientos de los tiempos.

Para realizar el control de la programación se efectuará estableciendo la línea base del proyecto en ***Microsoft Project*** y realizando la alimentación en tiempo real.

Process Management

<i>Activity identification</i>	Para la identificación de las actividades se utilizó la herramienta de las estructuras de desagregación del producto y del trabajo.
<i>Activity sequencing</i>	La secuencia de las actividades está dada por el método <i>Pert</i> , donde se define las actividades y su duración y luego la construcción de la programación el Microsoft Project, donde se precisa la sucesión de actividades.

<i>Estimating resources</i>	Según la necesidad de la actividad y sus requerimientos se asignarán recursos en cuanto y como se necesitan las actividades.
<i>Estimating effort and duration</i>	La estimación del esfuerzo se realizará a través de método <i>Pert</i> , teniendo en cuenta el juicio de expertos para definir la duración de las actividades.
<i>Updating, monitoring, and controlling</i>	Se realizará el control y monitoreo de la programación en reuniones programadas semanalmente con los interesados del proyecto, con los cuales se determinará la efectividad y cumplimiento del cronograma y en caso de presentar retrasos de más del 20% implementar un nuevo cronograma que se ajuste a las necesidades actuales del proyecto.

Fuente: Construcción del autor.

3.2.4.1 Línea base de tiempo.

La línea base de tiempo está definida como el cronograma del proyecto, que está compuesto por actividades asociadas a cada paquete de trabajo de las fases del proyecto. En este caso, la línea base permite obtener una estimación de tiempo con una serie de herramientas, las cuales se describen a continuación.

3.2.4.1.1 Red.

El diagrama de red es una herramienta empleada para representar de una forma gráfica más sencilla la planificación de actividades sucesoras y predecesoras del proyecto, evidenciando de esta forma la secuencia de tareas críticas que se desarrollaran durante la ejecución del mismo.

Para lograr esta representación gráfica, en la plataforma informática *Microsoft Project*, se programaron todas las actividades en función de los objetivos de alcance, tiempo, costo y calidad.

En el **Anexo Z. Diagrama de red** se puede visualizar el diagrama correspondiente al proyecto.

3.2.4.1.2 Memoria de cálculo y estimación de duraciones con Beta Pert.

La estimación de los tiempos se definió utilizando el método de los tres puntos, donde se tomaron valores de duración optimista, pesimista y más probable. A continuación se describe la ecuación del método implementado.

Ecuación 10. Estimación de tiempos Beta Pert

$$Beta\ Pert = \frac{(O + P + 4Mp)}{6}$$

Fuente: Construcción del autor.

Donde,

O= Optimista.

P= Probable.

Mp= Más probable.

Una vez obtenidas las estimaciones, se procede con el cálculo de duraciones de las actividades como se puede apreciar en el **Anexo K. Cálculo y estimación de duraciones Beta Pert**.

3.2.4.1.3 Calendario.

Como se mencionó anteriormente se utilizó la herramienta *Microsoft Project* para la elaboración del cronograma de actividades donde se definió el calendario con fecha de inicio el día 2 de enero de 2018 y fecha de finalización el 18 de septiembre de 2018.

El horario de actividades diarias de lunes a viernes es de 8:00 a.m. a 12:00 p.m. y de 1:00 p.m. a 5:00 p.m. y los días sábados de 8:00 a.m. a 12:00 p.m. En la **Figura 18. Calendario laboral -**

Microsoft se puede observar el horario laboral empleado y sus excepciones de días festivos, domingos y horario de días sábados.

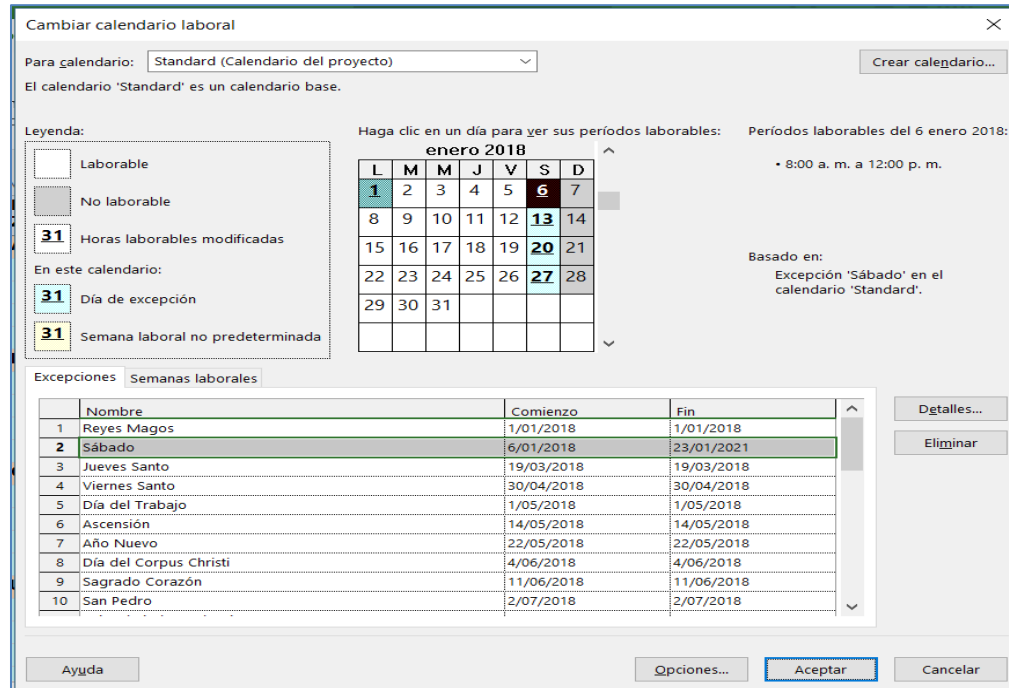


Figura 18. Calendario laboral - *Microsoft Project*

Fuente: Construcción del autor.

3.2.4.1.4 Cronograma.

Para la elaboración del cronograma de actividades se empleó la herramienta informática de **Microsoft Project** con su asignación de tiempos y recursos. En el siguiente link se puede observar la programación desarrollada para el proyecto, [programación Microsoft Project](#). Adicionalmente ver en el **Anexo Y. Diagrama de Gantt**.

3.2.4.2 Recursos.

Para realizar el cronograma se hace necesario la implementación de recursos para ejecutar las actividades y así dar cumplimiento a los entregables. Dichos recursos pueden ser materiales, equipos o herramientas, recursos humanos y recursos de *software*.

3.2.4.2.1 Hoja de recursos.

La hoja de recursos se obtuvo del análisis de asignaciones de recursos para las actividades asociadas a los entregables del proyecto. A continuación, en la Tabla 28. Hoja de recursos del proyecto se aprecian los recursos considerados para la ejecución del proyecto.

Tabla 28. Hoja de recursos del proyecto

Nombre	Costo	Trabajo	Trabajo Mes
Gerente	\$53.059.484,16	1.498,15 h.	\$ 7.420.907
Director	\$2.978.937,93	129,98 h.	\$ 416.635
Estadística	\$2.312.141,18	146,03 h.	\$ 323.376
Ingeniero Eléctrico	\$4.682.834,27	280,97 h.	\$ 654.942
Analista de Marketing	\$539.437,38	36,98 h.	\$ 75.446
Financiero	\$6.323.915,22	433,63 h.	\$ 884.464
Abogado	\$664.683,19	41,98 h.	\$ 92.963
Psicólogo	\$4.645.375,00	371,63 h.	\$ 649.703
Jefe de Compras	\$4.362.284,58	373,92 h.	\$ 610.110
Auxiliar de Ingeniería 1	\$1.776.563,07	170,55 h.	\$ 248.470
Técnico Eléctrico 1	\$328.950,00	43,87 h.	\$ 46.007
Técnico Eléctrico 2	\$183.600,00	24,48 h.	\$ 25.678
Técnico Eléctrico 3	\$46.725,00	6,23 h.	\$ 6.535
Alquiler de Laptop 1	\$166.533,36	199,92 h.	\$ 23.291
Alquiler de Laptop 2	\$484.139,60	581,2 h.	\$ 67.712
Alquiler de Laptop 3	\$438.074,70	525,9 h.	\$ 61.269
Alquiler de Laptop 4	\$354.982,95	426,15 h.	\$ 49.648
Alquiler de Laptop 5	\$112.021,84	134,48 h.	\$ 15.667
Alquiler de Laptop 6	\$98.327,32	118,03 h.	\$ 13.752
Alquiler de Laptop 7	\$1.247.958,95	1.498,15 h.	\$ 174.540
Impresión 1	\$1.055.395,38	1.248,25 h.	\$ 147.608
Impresión 2	\$387.873,13	458,75 h.	\$ 54.248
Impresión 3	\$37.083,63	43,87 h.	\$ 5.187
Impresión 4	\$1.266.685,83	1.498,15 h.	\$ 177.159

Fuente: Construcción del autor.

3.2.4.2.2 Uso de recursos por tarea.

Durante la programación de las actividades se hace necesario asignar los recursos una a una con el fin de cuantificar cantidades y costos necesarios para la implementación del proyecto. En

la se puede observar los recursos asignados para el proyecto dentro de la programación elaborada en *Microsoft Project*, como se puede ver en la **Tabla 29. Uso de recursos por tarea**.

Tabla 29. Uso de recursos por tarea

Continuación **Tabla 29. Uso de recursos por tarea**

EDT	NOMBRE	NOMBRES DE LOS RECURSOS
1.1.1.1.1	Diagnóstico de estado	Ingeniero Eléctrico; Alquiler de Laptop 1; Impresión 1
1.1.1.2.1.1.1	Informe del panorama	Ingeniero Eléctrico; Alquiler de Laptop 1; Impresión 1
1.1.1.2.1.2.1	Reporte de oferta	Financiero; Alquiler de Laptop 2; Impresión 1
1.1.1.2.1.3.1	Reporte demanda	Financiero; Alquiler de Laptop 2; Impresión 1
1.1.1.2.1.4.1	Informe impacto económico	Financiero; Alquiler de Laptop 2; Impresión 1
1.1.1.2.2.1	Encuestas	Estadística; Alquiler de Laptop 3; Impresión 1
1.1.1.2.2.2	Resultados estudio poblacional	Estadística; Alquiler de Laptop 3; Impresión 1
1.1.1.2.3.1	Informe impacto social	Estadística; Alquiler de Laptop 3; Impresión 1
1.1.1.2.3.2	Informe impacto ambiental	Estadística; Alquiler de Laptop 3; Impresión 1
1.1.1.2.4.1	Presupuesto Preliminar	Director; Alquiler de Laptop 4; Impresión 1
1.1.1.3.1	Reporte Datos de campo de Consumo de energía	Auxiliar de Ingeniería 1; Alquiler de Laptop 5; Impresión 1
1.1.1.3.2	Informe Min. Minas y Energía	Ingeniero Eléctrico; Alquiler de Laptop 6; Impresión 1
1.1.1.3.3	Informe de incidencia solar en la zona	Ingeniero Eléctrico; Alquiler de Laptop 6; Impresión 1
1.1.2.1	Registro ante cámara de comercio	Financiero; Alquiler de Laptop 2; Impresión 1
1.1.2.2	Registro ante DIAN	Financiero; Alquiler de Laptop 2; Impresión 1
1.1.2.3.1	Estudio de alternativas	Financiero; Alquiler de Laptop 2; Impresión 1
1.1.2.3.2.1	Formalización de acuerdos	Director; Alquiler de Laptop 4; Impresión 1
1.1.2.3.2.2	Desembolso de Fondos	Financiero; Alquiler de Laptop 2; Impresión 2
1.1.3.1	Misión, visión y valores	Director; Alquiler de Laptop 4; Impresión 1
1.1.3.2	Político y legal	Director; Alquiler de Laptop 4; Impresión 1
1.1.3.3	Socio-cultural	Director; Alquiler de Laptop 4; Impresión 2
1.1.3.4.1	Procedimiento de recursos humanos	Psicólogo; Alquiler de Laptop 5; Impresión 1
1.1.3.4.2	Procedimiento financiero	Financiero; Alquiler de Laptop 2; Impresión 1
1.1.3.4.3	Procedimiento comercial	Analista de Marketing; Alquiler de Laptop 1; Impresión 1
1.1.3.4.4	Procedimiento de compras	Jefe de Compras; Alquiler de Laptop 2; Impresión 2
1.1.3.4.5	Procedimiento de costos	Director; Alquiler de Laptop 3; Impresión 1

Continuación *Tabla 29. Uso de recursos por tarea*

EDT	NOMBRE	NOMBRES DE LOS RECURSOS
1.1.3.5.1	Procedimiento de calidad	Ingeniero Eléctrico; Alquiler de Laptop 6; Impresión 2
1.1.3.5.2	Procedimiento de producción	Ingeniero Eléctrico; Alquiler de Laptop 6; Impresión 2
1.1.3.5.3	Procedimiento de servicio técnico	Ingeniero Eléctrico; Alquiler de Laptop 6; Técnico Eléctrico 2
1.1.4.1.1	Personal técnico	Psicólogo; Alquiler de Laptop 4; Impresión 1
1.1.4.1.2	Personal administrativo	Psicólogo; Alquiler de Laptop 4; Impresión 1
1.1.4.2.1.1	Equipos de computo	Jefe de Compras; Alquiler de Laptop 3; Impresión 1; Equipos de Cómputo [\$20.000.000,00]
1.1.4.2.2	Bodega (arrendamiento)	Jefe de Compras; Alquiler de Laptop 3; Impresión 1; Bodega (Arrendamiento)[\$25.000.000,00]
1.1.4.2.3	Mobiliario y dotación	Jefe de Compras; Alquiler de Laptop 3; Impresión 1; Mobiliario y dotación [\$6.000.000,00]
1.1.4.2.4.1	Herramientas manuales	Jefe de Compras; Alquiler de Laptop 3; Impresión 1; Herramientas Manuales [\$600.000,00]
1.1.4.2.4.2	Herramientas eléctricas	Jefe de Compras; Alquiler de Laptop 3; Impresión 1; Herramientas Eléctricas [\$1.800.000,00]
1.1.4.2.4.3	Arnés trabajo alturas	Jefe de Compras; Alquiler de Laptop 3; Impresión 1; Arnés Trabajo Alturas [\$3.000.000,00]
1.1.4.2.4.4	Eslingas trabajo alturas	Jefe de Compras; Alquiler de Laptop 3; Impresión 1; Eslingas Trabajo Alturas [\$3.400.000,00]
1.1.4.2.4.5	Línea de vida	Jefe de Compras; Alquiler de Laptop 3; Impresión 1 Línea de Vida [\$4.000.000,00]
1.1.4.3.1.1	Papelería	Jefe de Compras; Alquiler de Laptop 3; Impresión 1; Papelería [\$240.000,00]
1.1.4.3.1.2	Cafetería	Jefe de Compras; Alquiler de Laptop 3; Impresión 1; Cafetería [\$250.000,00]
1.1.4.3.2.1	Casco	Jefe de Compras; Alquiler de Laptop 3; Impresión 1; Casco [\$400.000,00]
1.1.4.3.2.2	Monogafas	Jefe de Compras; Alquiler de Laptop 3; Impresión 1; Monogafas [\$200.000,00]
1.1.4.3.2.3	Guantes	Jefe de Compras; Alquiler de Laptop 3; Impresión 1; Guantes [\$300.000,00]
1.1.4.3.2.4	Protectores auditivos	Jefe de Compras; Alquiler de Laptop 3; Impresión 1; Protectores auditivos [\$100.000,00]
1.1.4.3.2.5	Overol	Jefe de Compras; Alquiler de Laptop 3; Impresión 1; Overol

Continuación *Tabla 29. Uso de recursos por tarea*

EDT	NOMBRE	NOMBRES DE LOS RECURSOS
		[\$1.400.000,00]
1.1.4.3.2.6	Botas	Jefe de Compras; Alquiler de Laptop 3; Impresión 1; Botas [\$3.000.000,00]
1.1.4.3.2.7	Protector solar	Jefe de Compras; Alquiler de Laptop 3; Impresión 1; Protector solar [\$400.000,00]
1.2.1.1	Reporte legal	Abogado; Alquiler de Laptop 5; Impresión 2
1.2.2.1.1	Planos mecánicos	Ingeniero Eléctrico; Alquiler de Laptop 1; Impresión 2
1.2.2.1.2	Listado de materiales	Auxiliar de Ingeniería 1; Alquiler de Laptop 2; Impresión 2
1.2.2.2.1	Planos mecánicos	Ingeniero Eléctrico; Alquiler de Laptop 1; Impresión 2
1.2.2.2.2	Listado de materiales	Auxiliar de Ingeniería 1; Alquiler de Laptop 2; Impresión 2
1.2.2.3.1	Planos mecánicos	Ingeniero Eléctrico; Alquiler de Laptop 1; Impresión 2
1.2.2.3.2	Listado de materiales	Auxiliar de Ingeniería 1; Alquiler de Laptop 2; Impresión 2
1.2.3.1.1	Planos eléctricos	Ingeniero Eléctrico; Alquiler de Laptop 1; Impresión 2
1.2.3.1.2	Especificaciones técnicas	Auxiliar de Ingeniería 1; Alquiler de Laptop 2; Impresión 2
1.2.3.1.3	Memorias de calculo	Auxiliar de Ingeniería 1; Alquiler de Laptop 2; Impresión 2
1.2.3.1.4	Listado de equipos y materiales	Auxiliar de Ingeniería 1; Alquiler de Laptop 2; Impresión 2
1.2.3.2.1	Planos eléctricos	Ingeniero Eléctrico; Alquiler de Laptop 1; Impresión 2
1.2.3.2.2	Especificaciones técnicas	Auxiliar de Ingeniería 1; Alquiler de Laptop 2; Impresión 2
1.2.3.2.3	Memorias de calculo	Auxiliar de Ingeniería 1; Alquiler de Laptop 2
1.2.3.2.4	Listado de equipos y materiales	Auxiliar de Ingeniería 1; Alquiler de Laptop 2
1.2.3.3.1	Planos eléctricos	Ingeniero Eléctrico; Alquiler de Laptop 1; Impresión 2
1.2.3.3.2	Especificaciones técnicas	Auxiliar de Ingeniería 1; Alquiler de Laptop 2; Impresión 2
1.2.3.3.3	Memorias de calculo	Auxiliar de Ingeniería 1; Alquiler de Laptop 2
1.2.3.3.4	Listado de equipos y materiales	Auxiliar de Ingeniería 1; Alquiler de Laptop 2
1.2.4.1	Manual de operación.	Auxiliar de Ingeniería 1; Alquiler de Laptop 2
1.2.4.2	Manual de mantenimiento.	Auxiliar de Ingeniería 1; Alquiler de Laptop 2
1.2.4.3	Manual de identificación de fallas.	Auxiliar de Ingeniería 1; Alquiler de Laptop 2
1.3.1.1.1	Reporte dimensional	Técnico Eléctrico 1; Impresión 3
1.3.1.2.1	Reporte dimensional	Técnico Eléctrico 1; Impresión 3
1.3.1.3	Reporte aceptación de estructura metálica	Técnico Eléctrico 1; Impresión 3
1.3.1.4	Reporte aceptación de tablero	Técnico Eléctrico 1; Impresión 3
1.3.2.1.1	Montaje de equipos de potencia	Técnico Eléctrico 1; Impresión 3
1.3.2.1.2	Interconexiones sistema de	Técnico Eléctrico 1; Impresión 3

Continuación *Tabla 29. Uso de recursos por tarea*

EDT	NOMBRE	NOMBRES DE LOS RECURSOS
	potencia	
1.3.2.1.3	Reporte aceptación montaje de potencia	Técnico Eléctrico 1; Impresión 3
1.3.2.2.1	Montaje de equipos de control	Técnico Eléctrico 1; Impresión 3
1.3.2.2.2	Interconexiones sistema de control	Técnico Eléctrico 1; Impresión 3
1.3.2.2.3	Reporte aceptación montaje de control	Técnico Eléctrico 1; Impresión 3
1.3.3.1.1	Identificación de piezas defectuosas	Técnico Eléctrico 1; Impresión 3
1.3.3.1.2	Verificación dimensional respecto a planos	Técnico Eléctrico 1; Impresión 3
1.3.3.1.3	Reporte aceptación inspección visual	Técnico Eléctrico 1; Impresión 3
1.3.3.2.1.1	Verificación de referencias e identificación de equipos.	Técnico Eléctrico 1; Impresión 3
1.3.3.2.1.2	Verificación de ajuste en puntos de conexión	Técnico Eléctrico 1; Impresión 3
1.3.3.2.1.3.1	Continuidad de circuitos de potencia	Técnico Eléctrico 1; Impresión 3
1.3.3.2.1.3.2	Continuidad de circuitos de control	Técnico Eléctrico 1; Impresión 3
1.3.3.3.1.1	Medición de voltaje generado	Técnico Eléctrico 1; Impresión 3
1.3.3.3.2.1.1	Medición de voltaje de entrada y salida	Técnico Eléctrico 1; Impresión 3
1.3.3.3.2.1.2	Medición de corriente de salida	Técnico Eléctrico 1; Impresión 3
1.3.3.3.3.1.1	Medición de voltaje de entrada y salida	Técnico Eléctrico 1; Impresión 3
1.3.3.3.4.1	Medición de voltaje de salida	Técnico Eléctrico 1; Impresión 3
1.3.3.3.4.2	Medición de tiempo de carga y descarga	Técnico Eléctrico 1; Impresión 3
1.3.4.1.1	Paneles solares	Técnico Eléctrico 2; Impresión 2
1.3.4.1.2	Estructura y soportes mecánicos	Técnico Eléctrico 2; Impresión 2
1.3.4.1.3	Tablero eléctrico	Técnico Eléctrico 2; Impresión 2
1.3.4.1.4.1	Especificaciones técnicas	Técnico Eléctrico 2; Impresión 2
1.3.4.1.4.2	Planos eléctricos y mecánicos	Técnico Eléctrico 2; Impresión 2

Continuación *Tabla 29. Uso de recursos por tarea*

EDT	NOMBRE	NOMBRES DE LOS RECURSOS
1.3.4.1.4.3	Manuales técnicos	Técnico Eléctrico 2; Impresión 2
1.3.4.1.4.4	Reportes y protocolos de fábrica	Técnico Eléctrico 2; Impresión 2
1.3.4.1.4.5	Carta de garantía	Técnico Eléctrico 2; Impresión 2
1.3.4.2	Orden de despacho	Técnico Eléctrico 2; Impresión 2
1.4.1.1	Verificación de unidades de empaque	Técnico Eléctrico 3; Impresión 2
1.4.1.2	Desembalaje de materiales	Técnico Eléctrico 3; Impresión 2
1.4.2.1	Montaje de soportes de paneles solares	Técnico Eléctrico 3; Impresión 2
1.4.2.2	Montaje de estructura y paneles solares	Técnico Eléctrico 3; Impresión 2
1.4.2.3	Anclaje de tablero eléctrico	Técnico Eléctrico 3; Impresión 2
1.4.3.1	Conexión de acometidas de fuerza	Técnico Eléctrico 3; Impresión 2
1.4.3.2	Conexión de acometidas de distribución	Técnico Eléctrico 3; Impresión 2
1.4.4.1.1	Medición de voltaje generado	Técnico Eléctrico 3; Impresión 2
1.4.4.2.1	Medición de voltaje de entrada y salida	Técnico Eléctrico 3; Impresión 2
1.4.4.2.2	medición de corriente de salida	Técnico Eléctrico 3; Impresión 2
1.4.4.3.1	Medición de voltaje de entrada y salida	Técnico Eléctrico 3; Impresión 2
1.4.4.4.1	Medición de voltaje de entrada	Técnico Eléctrico 3; Impresión 2
1.4.4.4.2	Medición de voltaje de salida	Técnico Eléctrico 3; Impresión 2
1.4.4.4.3	Medición de tiempo de carga y descarga	Técnico Eléctrico 3; Impresión 2
1.4.4.5.1	Divulgación de componentes	Técnico Eléctrico 3; Impresión 2
1.4.4.5.2	Modo de operación	Técnico Eléctrico 3; Impresión 2
1.4.4.5.3	Plan de mantenimiento	Técnico Eléctrico 3; Impresión 2
1.5.1.1.1	Acta de constitución	Gerente; Alquiler de Laptop 7; Impresión 4
1.5.1.2.1	Listado de Interesados	Alquiler de Laptop 7; Gerente; Impresión 4
1.5.2.1.1	Plan de dirección del proyecto	Alquiler de Laptop 7; Gerente; Impresión 4
1.5.2.2.1	Plan de gestión de alcance	Alquiler de Laptop 7; Gerente; Impresión 4
1.5.2.2.2	Estructura de desglose del trabajo	Alquiler de Laptop 7; Gerente; Impresión 4

Continuación *Tabla 29. Uso de recursos por tarea*

EDT	NOMBRE	NOMBRES DE LOS RECURSOS
	(EDT)	
1.5.2.3.1	Definición de actividades	Alquiler de Laptop 7; Gerente; Impresión 4
1.5.2.3.2	Definición de recursos	Alquiler de Laptop 7; Gerente; Impresión 4
1.5.2.3.3	Definición de duración	Alquiler de Laptop 7; Gerente; Impresión 4
1.5.2.3.4	Cronograma del proyecto	Alquiler de Laptop 7; Gerente; Impresión 4
1.5.2.4.1	Definición de costos	Alquiler de Laptop 7; Gerente; Impresión 4
1.5.2.4.2	Presupuesto	Alquiler de Laptop 7; Gerente; Impresión 4
1.5.2.5.1	Plan de gestión de calidad	Alquiler de Laptop 7; Gerente; Impresión 4
1.5.2.6.1	Plan de gestión de recursos Humanos	Alquiler de Laptop 7; Gerente; Impresión 4
1.5.2.7.1	Plan de gestión de las comunicaciones	Alquiler de Laptop 7; Gerente; Impresión 4
1.5.2.8.1.1	Identificar riesgos	Alquiler de Laptop 7; Gerente; Impresión 4
1.5.2.8.1.2	Análisis cualitativo	Alquiler de Laptop 7; Gerente; Impresión 4
1.5.2.8.1.3	Análisis cuantitativo	Alquiler de Laptop 7; Gerente; Impresión 4
1.5.2.8.1.4	Plan de respuesta	Alquiler de Laptop 7; Gerente; Impresión 4
1.5.2.9.1	Plan de gestión de Adquisiciones	Alquiler de Laptop 7; Gerente; Impresión 4
1.5.2.10.1	Plan de Gestión de interesados	Alquiler de Laptop 7; Gerente; Impresión 4
1.5.3.1.1	Implementación del plan de calidad	Gerente; Alquiler de Laptop 7; Impresión 4
1.5.3.2.1	Adquirir equipo de proyecto	Gerente; Alquiler de Laptop 7; Impresión 4
1.5.3.3.1	Gestionar comunicaciones	Gerente; Alquiler de Laptop 7; Impresión 4
1.5.3.4.1	Efectuar adquisiciones	Gerente; Alquiler de Laptop 7; Impresión 4
1.5.3.5.1	Gestionar participación de los interesados	Gerente; Alquiler de Laptop 7; Impresión 4
1.5.4.1.1	Informes de seguimiento	Gerente; Alquiler de Laptop 7; Impresión 4
1.5.4.2.1	Control de cambios	Gerente; Alquiler de Laptop 7; Impresión 4
1.5.4.3.1	Informe de seguimiento	Gerente; Alquiler de Laptop 7; Impresión 4
1.5.4.4.1	Informe de Seguimiento	Gerente; Alquiler de Laptop 7; Impresión 4
1.5.4.5.1	Formatos de plan de gestión de Calidad	Gerente; Alquiler de Laptop 7; Impresión 4
1.5.4.6.1	Plan de gestión de recursos Humanos	Gerente; Alquiler de Laptop 7; Impresión 4
1.5.4.7.1	Informe de Seguimiento	Gerente; Alquiler de Laptop 7; Impresión 4

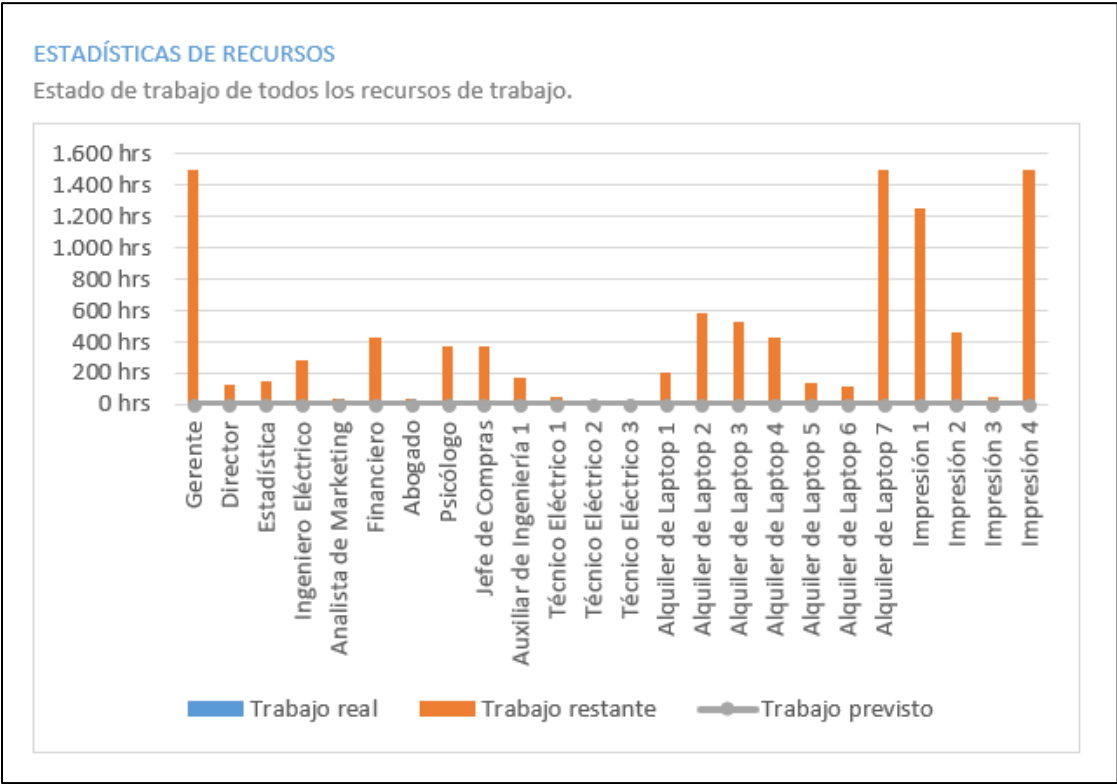
Continuación *Tabla 29. Uso de recursos por tarea*

EDT	NOMBRE	NOMBRES DE LOS RECURSOS
1.5.4.8.1	Informe de Seguimiento	Gerente; Alquiler de Laptop 7; Impresión 4
1.5.4.9.1	Administrar Adquisiciones	Gerente; Alquiler de Laptop 7; Impresión 4
1.5.4.10.1	Control de participación	Gerente; Alquiler de Laptop 7; Impresión 4
1.5.5.1.1	Cierre de fase	Gerente; Alquiler de Laptop 7; Impresión 4
1.5.5.1.2	Cierre de Proyecto	Gerente; Alquiler de Laptop 7; Impresión 4
1.5.5.2.1	Cerrar Órdenes de compra	Gerente; Alquiler de Laptop 7; Impresión 4

Fuente: Construcción del autor.

3.2.4.2.3 *Nivelación.*

Mediante la herramienta de *Microsoft Project*, se realiza la nivelación de los recursos con la finalidad de redistribuir y reasignar recursos que se encuentran en las actividades del cronograma con sobreasignación. En el informe general de los recursos se puede observar la asignación de recursos del proyecto. Ver *Gráfica 14. Estadísticas de recursos asignados*.



Gráfica 14. Estadísticas de recursos asignados

Fuente: Construcción del autor.

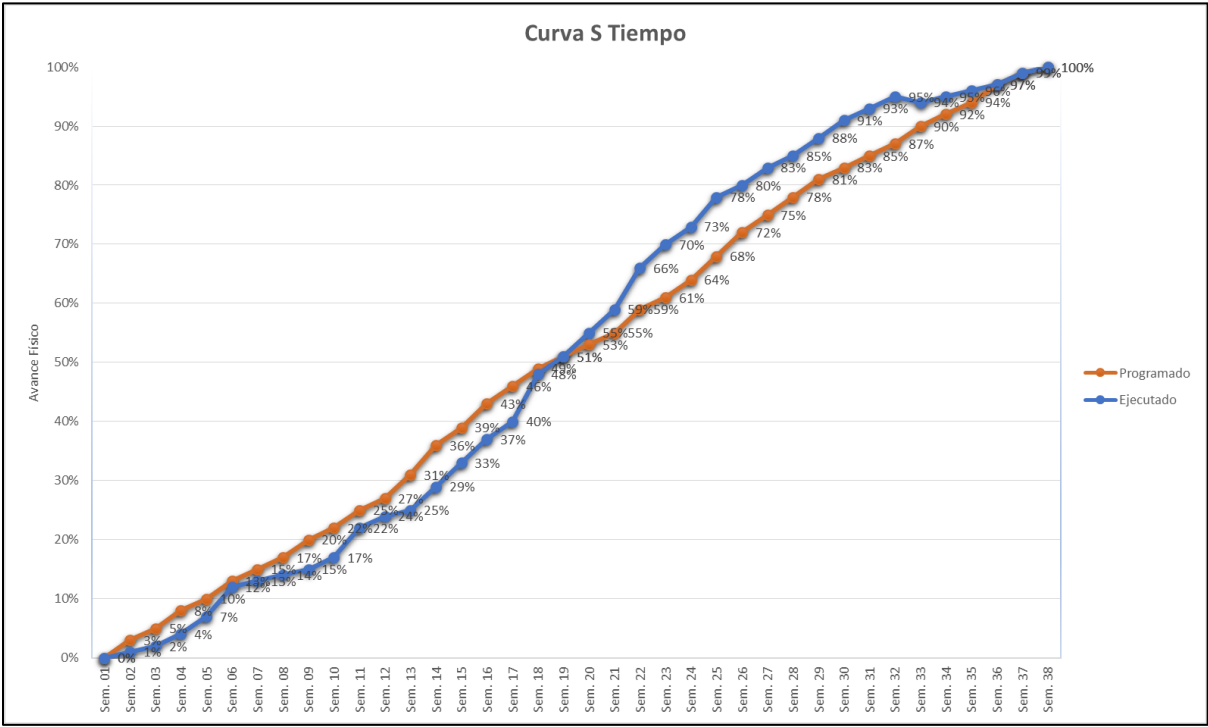
3.2.4.3 Desempeño.

El desempeño se define como la línea base del tiempo de ejecución planificado comparado con el porcentaje ejecutado en todas las actividades del proyecto y se muestra mediante una curva S como se muestra en el siguiente numeral.

3.2.4.3.1 Curva S de desempeño.

La curva S de desempeño está definida gráficamente como la comparación de la línea base del tiempo contra el porcentaje de ejecución del proyecto.

Esta curva tiene como finalidad realizar el seguimiento y control del cumplimiento de las actividades programadas según el cronograma. A continuación, en la *Gráfica 15. Curva S del tiempo* se muestra la curva S de desempeño del tiempo.



Gráfica 15. Curva S del tiempo

Fuente: Construcción del autor.

3.2.4.3.2 *SPI*.

A través del índice de desempeño del cronograma se realizará el seguimiento al progreso del proyecto, teniendo en cuenta las fechas programadas respecto a las fechas realmente ejecutadas como se muestra en la **Ecuación 11. Índice de desempeño de programación.**

Ecuación 11. Índice de desempeño de programación

$$SPI = \frac{EV}{PV}$$

Fuente: Construcción del autor.

Donde,

SPI= Índice de rendimiento de programación.

EV= Valor ganado o el valor de trabajo ejecutado.

PV= Valor planificado.

Teniendo en cuenta que este índice de desempeño, a continuación se definen los criterios de medición y evaluación para su implementación durante las fases asociadas a la ejecución del proyecto. En la Tabla 30. Índice de desempeño de programación.

Tabla 30. Índice de desempeño de programación

Indicador	Estrategia
<i>SPI</i> ≥ 1	El programa se encuentra dentro de lo planeado. La meta permanente será mantener el cumplimiento de este indicador, el cual será verificado mediante reuniones semanales.
<i>SPI</i> < 1	El índice se encuentra por debajo de lo planeado se realizará monitoreo y control semanal con el fin de tomar decisiones con las actividades afectadas. Según sea el caso se implementará <i>Crashing</i> o <i>Fast Tracking</i> , con el fin de no afectar el costo y cumplir con tiempo planeado.

Fuente: del autor.

3.2.5 Plan de gestión del costo.

Este plan de gestión define el costo de los recursos requeridos para dar cumplimiento a las actividades de cada una de las fases del proyecto. De acuerdo a lo anterior, a continuación se presenta el plan de gestión de costos establecido para el proyecto en desarrollo.

COST MANAGEMENT PLAN

<i><u>Project title:</u></i>	<u>Implementación de estaciones solares en zonas rurales no interconectadas</u>	<i><u>Date:</u></i>	<u>30 de Junio de 2018</u>
-------------------------------------	---	----------------------------	----------------------------

<i>Level of Accuracy:</i>	<i>Units of Measure:</i>	<i>Control Thresholds:</i>
Los valores del costo se trabajarán en decimas de millón.	La moneda que se empleará para el proyecto serán pesos colombianos. <ul style="list-style-type: none"> • COP. 	La desviación en los costos será medido como se muestra a continuación: <p>Se realizará el seguimiento de los costos en tiempo real con una matriz de trazabilidad y seguimiento.</p> <p>Si, la desviación de los costos totales es mayor al 10% se tomarán medidas correctivas de acuerdo al responsable donde se presente el incremento en el valor.</p>

Rules for Performance Measurement:

El control se tomará a nivel 3 de la estructura de desagregación del trabajo, donde se evaluarán los costos proyectados según los hitos establecidos en cada una de las fases del proyecto. En este caso, se realizará la comparación entre el costo de las actividades planificadas y costo real de las actividades ejecutadas para evidenciar si existen desviaciones entre los costos proyectados y el

desempeño del proyecto. La forma de medir el desempeño será a través de la medición del desempeño del costo **CPI** el cual se medirá en función del valor ganado y el costo real ejecutado. De acuerdo a lo anterior se considerará un desempeño óptimo cuando el **CPI** no sea inferior al 0,9 (90%).

Cost Reporting and Format:

Con el fin de realizar un adecuado seguimiento en tiempo real se implementará un formato de trazabilidad de costos, los cuales se asignarán de acuerdo a cada entregable, según órdenes de compra, órdenes de servicio y cantidad solicitada o servicio requerido.

Process Management:

<i>Estimating costs</i>	<p>La estimación de costos se realizará mediante las siguientes herramientas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estimación por tres puntos. • Juicio de expertos.
<i>Developing the budget</i>	<p>Se definirá la línea base y su respectiva reserva de contingencia después de identificar las actividades con riesgos más elevados.</p>
<i>Updating, monitoring and controlling</i>	<p>Con la matriz de trazabilidad se realizará el control de los costos de proyecto junto con una reunión semanal donde se tomarán las decisiones que el proyecto exija de acuerdo al desempeño de los costos.</p>

3.2.5.1 Estructura de desagregación de costos (EDC).

En la **Figura 19. Estructura de desagregación de costos**, se presenta la estructura de desagregación asociada a los costos, donde se diferencian los costos directos e indirectos considerados para el proyecto.

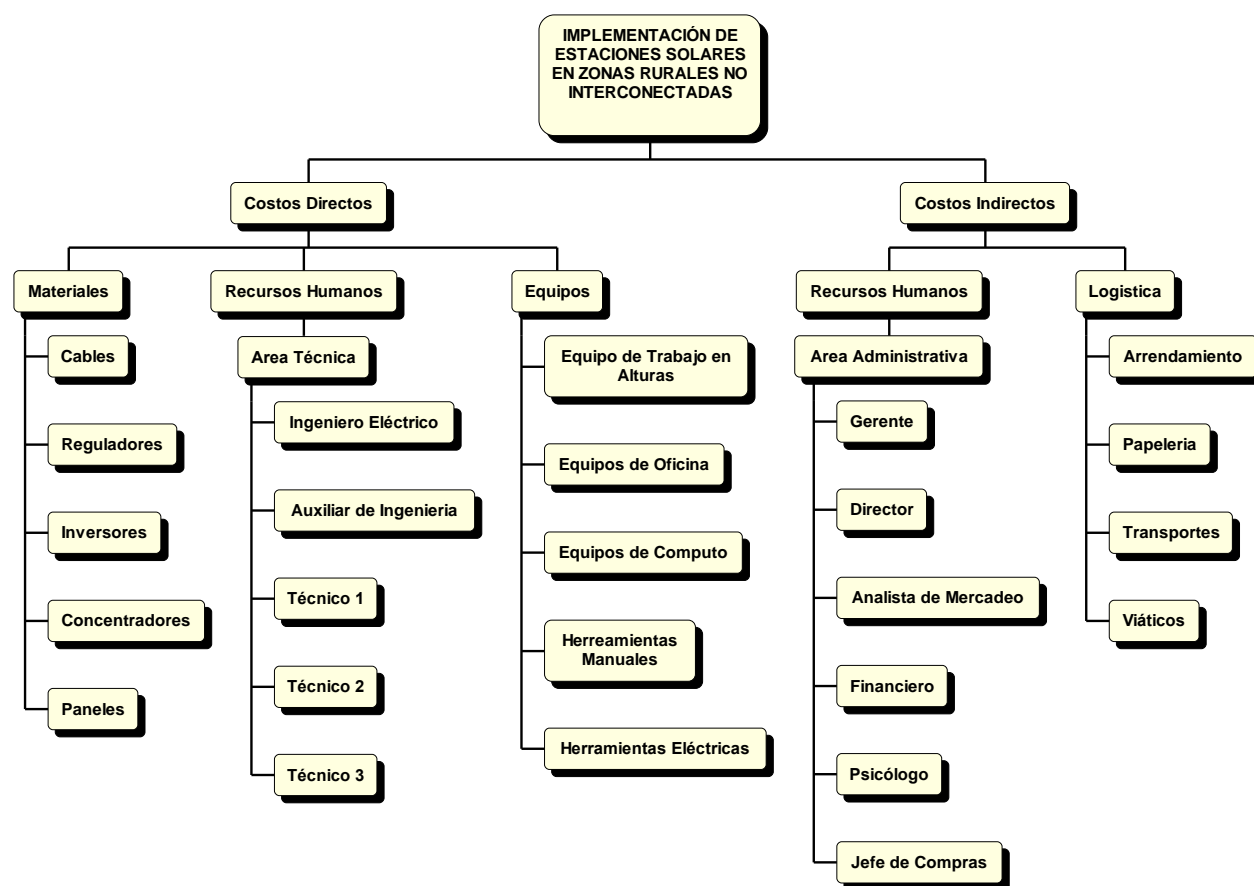


Figura 19. Estructura de desagregación de costos

Fuente: construcción del autor.

3.2.5.2 Línea base del costo.

La línea base de costos representa los precios aprobados para el proyecto, en este caso desde la gerencia se debe validar las reservas de contingencia y administración para consolidar el presupuesto total del proyecto. En la **Tabla 31. Línea base de costos** se muestra la línea base del costo elaborada en con la herramienta *Microsoft Project*.

Tabla 31. Línea base de costos

Continuación **Tabla 31. Línea base de costos**

EDT	NOMBRE	DURACIÓN	COMIENZO	FIN	COSTO
1	IMPLEMENTACIÓN DE ESTACIONES SOLARES EN ZONAS RURALES NO INTERCONECTADAS	1543,93 h	02/01/18	18/09/18	\$157,12

Continuación *Tabla 31. Línea base de costos*

EDT	NOMBRE	DURACIÓN	COMIENZO	FIN	COSTO
1.1	CASO DE NEGOCIO	1537,7 h	02/01/18	17/09/18	\$98,13
1.2	DISEÑO	1096,2 h	02/01/18	05/07/18	\$3,50
1.3	CONSTRUCCIÓN	1142,61 h	02/01/18	12/07/18	\$0,39
1.4	PUESTA EN MARCHA	6,23 h	17/09/18	18/09/18	\$0,05
1.5	GERENCIA	1543,93 h	02/01/18	18/09/18	\$55,57
	RESERVA DE CONTINGENCIA	1543,93 h	02/01/18	18/09/18	\$16,93

Fuente. Construcción del autor.

3.2.5.2.1 Memoria de cálculo de la estimación de costos.

Para los cálculos y estimación de los costos y recursos se utilizaron herramientas de *software* en *Microsoft Excel* y *Microsoft Project*. La estimación de los costos se puede consultar en el archivo de programación del proyecto a través del **Anexo Y. Diagrama de Gantt ([programación Microsoft Project](#))**.

3.2.5.2.2 Presupuesto.

El presupuesto para las fases de caso de negocio, diseño, construcción y puesta en marcha del proyecto se muestra en la **Tabla 32. Presupuesto de proyecto**.

Tabla 32. Presupuesto de proyecto

Continuación *Tabla 32. Presupuesto de proyecto*

No.	Nombre	Total
	PRESUPUESTO	\$182,45
	RESERVA DE CONTINGENCIA	\$7,88
	RESERVA DE ADMINISTRACIÓN	\$16,93
1	IMPLEMENTACIÓN DE ESTACIONES SOLARES EN ZONAS RURALES NO INTERCONECTADAS	\$157,64
1.1	CASO DE NEGOCIO	\$98,13
1.1.1	Diagnóstico	\$7,98
1.1.2	Plan legal y de creación	\$5,59
1.1.3	Plan estratégico	\$5,16
1.1.4	Adquisiciones	\$79,39
1.2	DISEÑO	\$3,50
1.2.1	Análisis de legislación técnica vigente.	\$0,74
1.2.2	Diseño mecánico	\$0,91
1.2.3	Diseño eléctrico	\$1,22

Continuación *Tabla 32. Presupuesto de proyecto*

No.	Nombre	Total
1.2.4	Diseño Manuales Técnicos	\$0,64
1.3	CONSTRUCCIÓN	\$0,39
1.3.1	Ensamble mecánico	\$0,28
1.3.2	Ensamble en Tablero eléctrico	\$0,04
1.3.3	Inspección y pruebas en fábrica	\$0,05
1.3.4	Embalaje	\$0,02
1.4	PUESTA EN MARCHA	\$0,05
1.4.1	Inspección de materiales en sitio	\$0,00
1.4.2	Montaje mecánico	\$0,03
1.4.3	Montaje eléctrico	\$0,01
1.4.4	Pruebas eléctricas en sitio	\$0,01
1.5	GERENCIA	\$55,57
1.5.1	Inicio	\$2,04
1.5.2	Planeación	\$19,62
1.5.3	Ejecución	\$18,98
1.5.4	Monitoreo y Control	\$11,20
1.5.5	Cierre	\$3,73

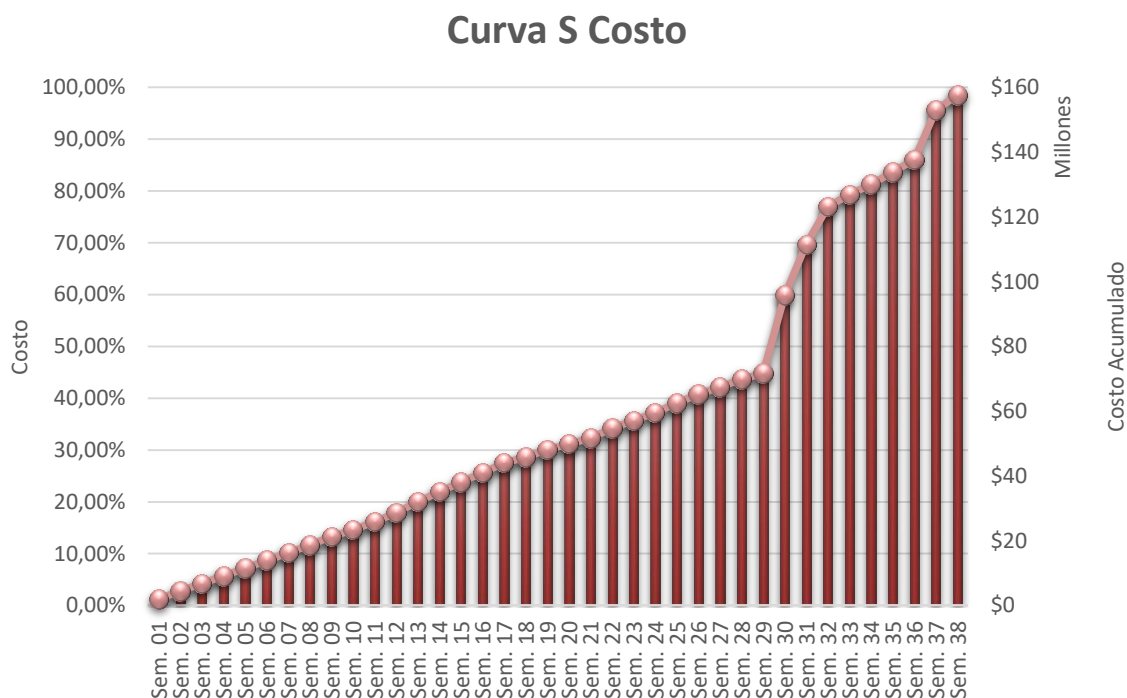
Fuente: Construcción del autor.

3.2.5.3 Desempeño.

El desempeño esta medido por el porcentaje de ejecución programado contra el porcentaje de costo en un tiempo determinado del proyecto.

3.2.5.3.1 Curva S de presupuesto.

En la *Gráfica 16. Curva S del costo* se puede observar la línea base del costo con la cual se realizará el seguimiento y control del proyecto.



Gráfica 16. Curva S del costo

Fuente: Construcción del autor.

3.2.5.3.2 *CPI*.

En la **Ecuación 12. Índice de rendimiento de costos** se presenta el índice de rendimiento de costos del proyecto. En este caso, se realizará la comparación del presupuesto contemplado hasta la conclusión del proyecto respecto al costo real ejecutado hasta la conclusión o en algún punto de corte según las actividades realizadas.

Ecuación 12. Índice de rendimiento de costos

$$CPI = \frac{EV}{AC}$$

Fuente: del autor.

Donde,

CPI= Índice de rendimiento de costos.

EV= Valor ganado.

AC = Costo Actual.

El índice **CPI** se utiliza cuando el proyecto está en ejecución, por lo tanto, como el proyecto se encuentra en la etapa de planeación, a continuación se establecerán parámetros para realizar el monitoreo y control del costo del proyecto, como se muestra en la **Tabla 33. Índice de desempeño de costos.**

Tabla 33. Índice de desempeño de costos

Indicador	Estrategia
CPI=>1	El presupuesto se encuentra dentro de lo planeado. Se pueden realizar inversiones y mejoras en actividades para mejorar o mantener su desempeño. La meta permanente será mantener el presupuesto cumpliendo este indicador.
CPI<1	El presupuesto se encuentra por debajo de lo planeado. En este se considera que índice inferior al 90% es perjudicial y se realizará monitoreo y control semanal con el fin de tomar decisiones con las actividades afectadas para no impactar negativamente el proyecto.

Fuente: Construcción del autor.

3.2.6 Plan de gestión de calidad.

El plan de gestión de calidad define los requerimientos de calidad de la gestión y ejecución para dar cumplimiento a los entregables de cada una de las fases del proyecto. A continuación se presenta el plan de gestión de calidad contemplado para la ejecución del proyecto.

QUALITY MANAGEMENT PLAN

Project Title: Proyecto para la implementación de estaciones solares en zonas rurales no interconectadas

Date Prepared: Junio 30 de 2018

Quality Roles and Responsibilities

Role	Responsibilities
1. Director de Proyecto	De acuerdo a los procesos establecidos para el proyecto, el director realizará seguimiento al cumplimiento de cada uno de los entregables y el desempeño del proyecto según los criterios de aceptación en función del alcance, el tiempo, el costo y la calidad.
2. Coordinador de Calidad	Asegurar la implementación del plan de gestión de calidad definido para cada uno de los procesos de acuerdo a las métricas y criterios de aceptación establecidos. Adicionalmente controlar la medición de los indicadores de calidad que muestran el desempeño de cada uno de los procesos del proyecto.

3. Líder de proceso de Diseño	<p>Definir las especificaciones técnicas de las estaciones solares en función de zona de instalación y necesidad de carga de los usuarios.</p> <p>Por anterior, debe asegurar el cumplimiento de los diseños generados respecto a la normatividad vigente.</p>
4. Líder de proceso de adquisiciones	<p>Debe asegurar que la adquisición de materiales requeridos para la ejecución de actividades cumpla con las especificaciones técnicas definidas en por el área de diseño. Adicionalmente debe asegurar que los proveedores emitan los certificados de calidad de los materiales, donde se compruebe el cumplimiento de la normatividad vigente y las especificaciones técnicas definidas para la aplicación.</p>
5. Líder de Gestión Humana	<p>Debe asegurar que la contratación de los recursos técnicos cumpla con las características definidas para cada proceso.</p>
6. Líder proceso financiero	<p>Realizar seguimiento al uso de los recursos financieros, donde se evalúe el cumplimiento del presupuesto del proyecto de acuerdo a la asignación de actividades y recursos de cada</p>

	proceso.
7. Supervisor de ensamble y montaje	<p>Asegurar que durante el proceso de ensamble se integren todos los equipos definidos durante el proceso de diseño teniendo en cuenta cantidad y especificaciones técnicas establecidas según las características de las estaciones solares.</p> <p>Finalizado el proceso de ensamble ejecutar actividades de control de calidad denominadas pruebas <i>FAT</i> que garanticen la funcionalidad de las estaciones solares antes de realizar su liberación y despacho al cliente final para su posterior instalación. Dichas pruebas deben ejecutarse en cumplimiento a las especificaciones técnicas y la normatividad vigente.</p> <p>Posterior a la instalación de las estaciones solares se debe realizar seguimiento el comportamiento eléctrico del sistema teniendo en cuenta las condiciones de instalación y condiciones de uso del usuario final.</p>

La planificación de la gestión de la calidad está definida por los procedimientos asociados a cada uno de los procesos, donde se definen los pasos, criterios y aspectos a tener en cuenta para la ejecución de actividades asociadas a cada entregable del proyecto. En el **Anexo L. Matriz de procedimientos y entregables** se definen los procedimientos asociados para dar cumplimiento al objeto del proyecto.

A continuación se menciona la política y los objetivos de calidad que fundamentan el plan de gestión de calidad del proyecto.

Política de calidad

Satisfacer las necesidades energéticas en la zona rural de la vereda La Parada – municipio de Jerusalén, a través de fuentes de energía renovables. Lo anterior implementando procesos que permitan alcanzar un alto desempeño en la ejecución de tareas requeridas fomentando así la calidad y mejora continua para lograr un el cumplimiento a satisfacción del proyecto.

Objetivos de Calidad

- Implementar seis (6) soluciones energéticas renovables en la Vereda la Parada – Municipio de Jerusalén para corregir las deficiencias de energía del sector, dando cumplimiento a las especificaciones técnicas y normatividad vigente.
- Satisfacer las necesidades energéticas de los usuarios en zonas rurales implementando soluciones de bajo costo por consumo y amigables con el medio ambiente.
- Reducir el impacto ambiental negativo por el uso de fuentes convencionales de energía.

Estándares de calidad del proyecto

A continuación se menciona la normatividad vigente aplicable para el desarrollo del proyecto.

- Reglamento de instalaciones eléctricas RETIE.
- NTC 2050.
- Atlas de radiación solar en Colombia - UPME.
- Ley 1715 de 2014 Regulación de energía no convencionales.
- ISO 21500 Guía para la gestión de proyectos.

Quality Assurance Approach

El aseguramiento de calidad del proyecto debe ser realizado por cada uno de los líderes de proceso, garantizando que las actividades se ejecuten de acuerdo a los procedimientos establecidos, lo anterior realizando mediciones que permitan comprobar el desempeño de cada uno de los procesos. En el **Anexo CC. Lista de verificación de entregables**, se debe realizar el registro y seguimiento a los entregables de cada proceso para validar el desempeño del proyecto en cada una de sus fases.

Quality Control Approach

El control de calidad está definido por la verificación del producto ensamblado de acuerdo a las especificaciones e ingeniería emitida por el proceso de diseño. Dicho proceso de verificación se realizará por medio de la ejecución de pruebas funcionales en fábrica donde se compruebe la completa operatividad de las estaciones solares.

Las pruebas ejecutadas durante el proceso de fabricación, serán registradas en el formato indicado en el **Anexo AA. Protocolo de inspección y pruebas FAT**, donde se encuentran los criterios de medición y aceptación del producto antes de su liberación y despacho al sitio de instalación. Para el caso de la instalación en sitio se tiene el **Check List de instalación y puesta**

en marcha, en este caso se inspeccionan las condiciones de instalación y operatividad eléctrica del sistema.

Quality Improvement Approach

La mejora de procesos del proyecto está definida por la medición de los siguientes indicadores de calidad:

- **Evaluación de desempeño del equipo de proyecto:** Análisis cuantitativo del desempeño del equipo de proyecto, con el fin de determinar planes de mejora para la ejecución de actividades y cumplimiento de los entregables.
- **Evaluación de tiempos de ejecución de actividades por proceso:** Medición de los tiempos registrados por proceso, para evaluar el cumplimiento del cronograma en las actividades asociadas.
- **Evaluación de proveedores:** Medición del desempeño de proveedores, de acuerdo los tiempos de entrega de materiales.
- **Índice de no calidad detectada en pruebas:** Medición del porcentaje de cumplimiento del producto de acuerdo a los entregables de cada proceso. Dichos indicadores mide a partir de los hallazgos de no conformidad detectados en pruebas.
- **Evaluación de satisfacción del cliente en puesta en marcha:** Evaluación de la instalación y puesta en marcha de las estaciones solares por medio de los datos obtenidos en la encuesta de satisfacción realizada al usuario.

Dichos indicadores ofrecen una medición del desempeño de cada uno de los procesos y permiten determinar en qué proceso se deben implementar planes de acción que contribuyan a la generación de valor durante el desarrollo de actividades.

3.2.6.1 Métrica de calidad.

Las métricas de calidad se usan en los distintos procesos del proyecto para realizar el aseguramiento y control de calidad, por medio de mediciones de desempeño que reflejan el cumplimiento de los requerimientos del proyecto de acuerdo a sus especificaciones técnicas y normatividad vigente aplicable. A continuación se presentan las métricas contempladas para el desarrollo del proyecto.

QUALITY METRICS

Project Title: Proyecto para la implementación de estaciones solares en zonas rurales no interconectadas

Date Prepared: Junio 30 de 2018

ID	Ítem	Metric	Measurement Method
1	Índice de desempeño de equipo de proyecto por proceso	<p>Análisis cuantitativo del desempeño del equipo de proyecto, con el fin de determinar planes de mejora para la ejecución de actividades y cumplimiento de los entregables.</p> <p>At: Actividades totales asignadas.</p> <p>Ae: Actividades eje-cutadas.</p> <p>%Desempeño: Porcentaje de rendimiento de actividades asignadas.</p> $\%Desempeño = \frac{At}{Ae} * 100\%$	<p>Los líderes de proceso deben realizar seguimiento a las actividades asignadas y entregables asociados, con el fin validar el rendimiento del personal en cuanto al desarrollo de sus actividades y cumplimiento de los entregables.</p> <p>Dicho seguimiento se debe realizar por lo menos semanalmente. A continuación se presenta la valoración de los resultados.</p>

			<ul style="list-style-type: none">• %Desempeño=>95%, el desempeño es aceptable.• %Desempeño entre 90 y 95%, se debe mejorar el desempeño y aumentar el seguimiento de las actividades y entregables.• %Desempeño=<90%, el desempeño es bajo, se deben establecer planes de acción para mejorar el desempeño y no impactar negativamente el proyecto.
--	--	--	--

2	Evaluación de tiempos de ejecución de actividades por proceso	<p>Medición de los tiempos registrados por proceso, para evaluar el cumplimiento del cronograma en las actividades asociadas.</p> <p>Te: Tiempo estimado.</p> <p>Tre: Tiempo real ejecutado.</p> <p>%Desempeño: Porcentaje de rendimiento en tiempo de ejecución actividades.</p> $\%Desempeño = \frac{Te}{Tre} * 100\%$	<p>Se realizará registro de las actividades ejecutadas por proceso, teniendo en cuenta fecha y duración. Así se realizará el cálculo de los tiempos de ejecución respecto a la duración contemplada en la programación.</p> <ul style="list-style-type: none"> • %Desempeño=>95%, el desempeño es aceptable. • %Desempeño entre 90 y 95%, se debe mejorar el desempeño del tiempo y aumentar el seguimiento a la ejecución de tareas para optimizar el tiempo ejecutado en relación al proyectado. • %Desempeño=<90%, el desempeño es bajo, se deben establecer planes de acción para mejorar el desempeño del tiempo de ejecución de tareas asignadas y no impactar
---	--	---	---

			negativamente la programación del proyecto.
3	Evaluación de proveedores	<p>Medición del desempeño de proveedores, de acuerdo los tiempos de entrega de materiales.</p> <p>Tcr: Total compras realizadas.</p> <p>Tmet: Total de materiales entregados a tiempo.</p> <p>%Desempeño: Porcentaje de cumplimiento en entrega de proveedores.</p> $\%Desempeño = \frac{100\% * Tmet}{Tcr}$	<p>El líder del proceso de adquisiciones es responsable de realizar seguimiento a los tiempos de entrega definidos por los proveedores en sus cotizaciones y al aceptar la orden de compra. Dicho seguimiento permitirá evaluar el cumplimiento en la entrega de materiales requeridos por los demás procesos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • %Desempeño=>95%, el desempeño es aceptable. • %Desempeño entre 90 y 95%, se debe aumentar el seguimiento a los proveedores para el aseguramiento de los entregables. • %Desempeño=<90%, el desempeño es bajo, se debe estudiar nuevas alternativas de

			proveedores e implementar contratos con adquisición pólizas de cumplimiento.
4	Índice no calidad detectado en pruebas	<p>Evaluación del porcentaje de cumplimiento del producto de acuerdo a los entregables de cada proceso.</p> <p>TCcmp: Total de criterios de cumplimiento.</p> <p>Thnc: Total hallazgos de no calidad.</p> <p>%Desempeño: porcentaje e cumplimiento de calidad por estación solar ensamblada.</p> $\%Desempeño = \frac{100\% * Thnc}{TCcmp}$	<p>Por medio del registro y la totalización de los hallazgos de no conformidad detectados por estación solar en el proceso de fabricación, se establece el nivel de desempeño de los diseños o calidad del ensamble.</p> <ul style="list-style-type: none"> • %Desempeño=>95%, el desempeño es aceptable. • %Desempeño entre 90 y 95%, se debe hacer seguimiento a los hallazgos de más alto impacto. • %Desempeño=<90%, el desempeño es bajo. En este caso, se deben implementar planes de acción para mejorar el desempeño de la información de entrada al proceso o la calidad del ensamble.

5	Evaluación de satisfacción del cliente en puesta en marcha	<p>Evaluación de la instalación y puesta en marcha de las estaciones solares por medio de los datos obtenidos en la encuesta de satisfacción realizada al usuario.</p> <p>Ci: Calificación por ítem.</p> <p>Ti: Total ítem encuesta.</p> <p>%Desempeño: Porcentaje de satisfacción con el suministro, instalación y puesta en marcha.</p> $\%Desempeño = \frac{\sum Ci}{Ti}$	<p>Por medio de la implementación de encuestas de satisfacción, se obtiene la valoración del desempeño del producto entregado al usuario final.</p> <ul style="list-style-type: none"> • %Desempeño=>95%, el desempeño es aceptable. • %Desempeño entre 90 y 95%, se debe hacer seguimiento a los numerales de la encuesta de más baja valoración e incentivar su mejora durante el proceso. • %Desempeño=<90%, el desempeño es bajo. En este caso, se debe generar un reporte de la inconformidad del usuario y ejecutar un plan de acción donde se mitigue o sea nula la insatisfacción del usuario final.
---	---	---	---

3.2.6.2 *Plan de mejora de procesos.*

A continuación se presenta el plan de mejora de proceso, asociado al plan de gestión de calidad.

PROCESS IMPROVEMENT PLAN

Project Title: Proyecto para la implementación de estaciones solares en zonas rurales no interconectadas

Date Prepared: 30 de junio de 2018

Process Description

Con la implementación de la mejora de procesos, se busca aplicar acciones previamente planificadas y organizadas, que promuevan la optimización de los procesos, mejorando así su desempeño durante el desarrollo del proyecto. A continuación se mencionan los procesos que se consideran necesarios para implementar el plan de mejora. Para el caso del presente plan, cada proceso será identificado con el mismo numeral durante el desarrollo del documento.

- A. Reporte de no conformidad de proceso:** El reporte de no conformidad de proceso puede ser gestionado por los distintos líderes de proceso que identifiquen actividades o entregables que no estén ejecutados bajo los criterios establecidos para cada fase del proyecto.
- B. Encuestas de satisfacción a usuario final:** Con la implementación de las encuestas de satisfacción al usuario final, se pretende identificar hallazgos que permitan evaluar y ejecutar acciones de mejora que impacten positivamente el desarrollo del producto o los procesos del que hacen parte de las fases del proyecto.
- C. Auditorías internas:** La ejecución de auditorías internas permite identificar las debilidades de los procesos asociados a cada una de las fases del proyecto. En este caso,

se busca direccionar planes de acción que permitan alcanzar la mejora de los procesos a fin de asegurar el cumplimiento de los entregables de acuerdo a los criterios de calidad establecidos. En el **Anexo BB. Formato de registro de auditoria**, se realiza el diligenciamiento de la auditoria de acuerdo al proceso intervenido.

El plan de mejora de procesos, además de incluir las actividades y acciones a ejecutar, contempla los responsables de su implementación y seguimiento.

Process Boundaries

<i>Process Starting Point</i>	<i>Process Ending Point</i>
<p>A. Reporte de no conformidad de proceso:</p> <p>Emisión del reporte de no conformidad de proceso, donde se describa objetivamente el hallazgo detectado.</p> <p>B. Encuestas de satisfacción a usuario final: La implantación de las encuestas de satisfacción se presenta cuando son instaladas las estaciones solares en su sitio de disposición final y el usuario final califica los criterios definidos en la encuesta y emite sus apreciaciones cualitativas del equipo adquirido.</p> <p>C. Auditorías internas: Las auditorías internas se ejecutan para validar que las</p>	<p>A. Reporte de no conformidad de proceso:</p> <p>El proceso de emisión de no conformidad en proceso, se concluye cuando se presente la evidencia del levantamiento del hallazgos y los planes de acción para mitigar la reiteración del hallazgo.</p> <p>B. Encuestas de satisfacción a usuario final: las encuestas son analizadas y valoradas para identificar cada uno de los numerales calificados por el usuario, junto con los comentarios emitidos, para focalizar las acciones de mejora que pueden resultar de la aplicación de las encuestas.</p>

<p>actividades y seguimiento al estado de los entregables del proyecto se están realizando bajo los criterios establecidos para el desarrollo del proyecto.</p>	<p>C. Auditorías internas: Las auditoría interna concluye cuando se genera el informe de hallazgos de los procesos auditados y se presentan por parte de los involucrados los planes de acción donde se justifique como se realizará la mejora de procesos para optimizar y asegurar la calidad requerida en los entregables del proyecto.</p>
<p>Inputs</p> <p>A. Reporte de no conformidad de proceso:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formato de reporte de no conformidad diligenciado completamente. • Recolección de evidencia que respalde la solicitud de no conformidad. <p>B. Encuestas de satisfacción a usuario:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Encuesta por usuario debidamente diligenciadas. <p>C. Auditorías internas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Procedimientos asociados a los procesos. • Formatos de registro debidamente diligenciados. • Indicadores de desempeño de cada uno 	<p>Outputs</p> <p>A. Reporte de no conformidad de proceso:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plan de acción del hallazgo. • Seguimiento y control al mejoramiento del proceso. • Indicador de desempeño de la mejora. <p>B. Encuestas de satisfacción a usuario:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Análisis y valoración de los hallazgos. • Presentación y selección de planes de mejora. • Seguimiento y control a los planes de mejora a implementar. <p>C. Auditorías internas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informe de cierre de auditoría. • Evaluación de planes de mejora

de los procesos.	asociados a los hallazgos detectados. <ul style="list-style-type: none"> • Seguimiento y control a los planes de mejora que se encuentran en ejecución.
------------------	--

Stakeholders

Process Owner: Director de proyecto y líderes de proceso.
Other Stakeholders <ul style="list-style-type: none"> • <i>Sponsor</i> o patrocinador de proyecto. • Proveedores. • Personal técnico. • Usuario final. • Área de diseño.

Process Metrics

Metric	Control Limit
A. Reporte de no conformidad de proceso: 1. Evaluación del porcentaje de cumplimiento del producto de acuerdo a los entregables de cada proceso. TCcmp: Total de criterios de cumplimiento. Thnc: Total hallazgos de no calidad. %Desempeño: porcentaje e cumplimiento de	A continuación se establece el nivel de desempeño de los diseños o calidad del ensamble. <ul style="list-style-type: none"> • %Desempeño>=>95%, el desempeño es aceptable. • %Desempeño entre 90 y 95%, se debe hacer seguimiento a los hallazgos de más

<p>calidad por estación solar ensamblada.</p> $\%Desempeño = \frac{100\% * Thnc}{TCcmp}$	<p>alto impacto.</p> <ul style="list-style-type: none"> • %Desempeño=<90%, el desempeño es bajo. En este caso, se deben implementar planes de acción para mejorar el desempeño de la información de entrada al proceso o la calidad del ensamble.
<p>B. Evaluación de satisfacción del cliente en puesta en marcha:</p> <p>2. Evaluación de la instalación y puesta en marcha de las estaciones solares por medio de los datos obtenidos en la encuesta de satisfacción realizada al usuario.</p> <p>Ci: Calificación por ítem.</p> <p>Ti: Total ítem encuesta.</p> <p>%Desempeño: Porcentaje de satisfacción con el suministro, instalación y puesta en marcha.</p> $\%Desempeño = \frac{\sum Ci}{Ti}$	<p>Por medio de la implementación de encuestas de satisfacción, se obtiene la valoración del desempeño del producto entregado al usuario final.</p> <ul style="list-style-type: none"> • %Desempeño=>95%, el desempeño es aceptable. • %Desempeño entre 90 y 95%, se debe hacer seguimiento a los numerales de la encuesta de más baja valoración e incentivar su mejora durante el proceso. • %Desempeño=<90%, el desempeño es bajo. En este caso, se debe generar un reporte de la inconformidad del usuario y ejecutar un plan de acción donde se mitigue o sea nula la insatisfacción del usuario final.

<p>C. Proceso de auditoría interna a los procesos del proyecto:</p> <p>3. Análisis cuantitativo del desempeño de los procesos del proyecto, con el fin de determinar planes de mejora para la ejecución de actividades y cumplimiento de los entregables.</p> <p>Ct: Total de criterios a evaluar.</p> <p>Cc: Criterios que presentan cumplimiento.</p> <p>%Desempeño: Porcentaje de rendimiento de del proceso auditado.</p> $\%Desempeño = \frac{Ct}{Cc} * 100\%$	<p>Los auditores internos realizan seguimiento al desarrollo de los procesos asociados al proyecto, con el fin validar el rendimiento del personal en cuanto al desarrollo de sus actividades y cumplimiento de los entregables.</p> <p>Debido al tiempo de ejecución del proyecto, dicho seguimiento se debe realizar por lo menos una (1) vez al mes. A continuación se presenta la valoración de los resultados.</p> <ul style="list-style-type: none"> • %Desempeño=>95%, el desempeño del proceso es aceptable. • %Desempeño entre 90 y 95%, se debe mejorar el desempeño y aumentar el seguimiento de las actividades y entregables del proceso. <p>%Desempeño=<90%, el desempeño del proceso es bajo, se deben establecer planes de acción para mejorar el desempeño y no impactar negativamente el proyecto.</p>
--	--

Targets for Improvement

Los objetivos para la mejora de los procesos del proyecto son:

A. Reporte de no conformidad de proceso.

- Mejorar la calidad de información de entrada al proceso de ensamble, ya que es en este punto donde se consolidan los entregables de la mayoría de procesos del proyecto.
- Asegurar la calidad de los productos ensamblados en fábrica para que satisfaga las necesidades energéticas del cliente y supere sus expectativas.
- Asegurar que los productos ensamblados cumplan con todos los requerimientos técnicos, de calidad y se optimice el desarrollo del proceso asociado.

B. Evaluación de satisfacción del cliente en puesta en marcha.

- Implementar indicadores que permitan evaluar la satisfacción del cliente.
- Optimizar los procesos involucrados en el desarrollo y elaboración de los productos para asegurar el cumplimiento de los requerimientos de calidad y necesidades del cliente.
- Dar cumplimiento a los tiempos de entrega propuestos al cliente.

C. Proceso de auditoría interna.

- Validar si los procesos existentes son los necesarios para el desarrollo del proyecto o si se requiere eliminar o añadir procesos para asegurar la ejecución de tareas y cumplimiento de los entregables.
- Comprobar que los formatos de registro de información del proyecto son debidamente diligenciados y cumplen con los requerimientos del proyecto.
- Asegurar que el equipo de proyecto desarrolla las tareas asignadas de acuerdo a los

procedimientos establecidos para cada proceso.

- Presentar una análisis de los procesos validados para implementar planes de mejora que optimicen los procesos y aseguren el cumplimiento de los requerimientos de producto y se superen las expectativas del proyecto y usuario final.

Process Improvement Approach

Con el fin de asegurar el cumplimiento de los entregables, cada uno de los líderes de proceso incluido el director de proyecto, deben formular planes de mejora que optimicen el desarrollo de sus actividades durante su intervención en el proyecto. Los procedimientos asociados a cada uno de los procesos son susceptibles a cambios, teniendo en cuenta que se requieren procesos dinámicos que aporten un desarrollo óptimo del proyecto sin dejar de lado un monitoreo y control constante que permita validar el avance del proyecto en cualquiera de sus fases.

Adicionalmente, se considera necesario realizar la transferencia de conocimientos al equipo de proyecto. Lo anterior considerando que la salida de un integrante del grupo de trabajo en algún punto del ciclo vida la salida, puede poner en riesgo la programación del proyecto, afectando el alcance, el tiempo, el costo y a calidad durante su ejecución.

Attach a process flowchart of the current and the intended future processes.

En la

Figura 20. Diagrama de procesos actuales y futuros se presentan todos los procesos asociados al proyecto.

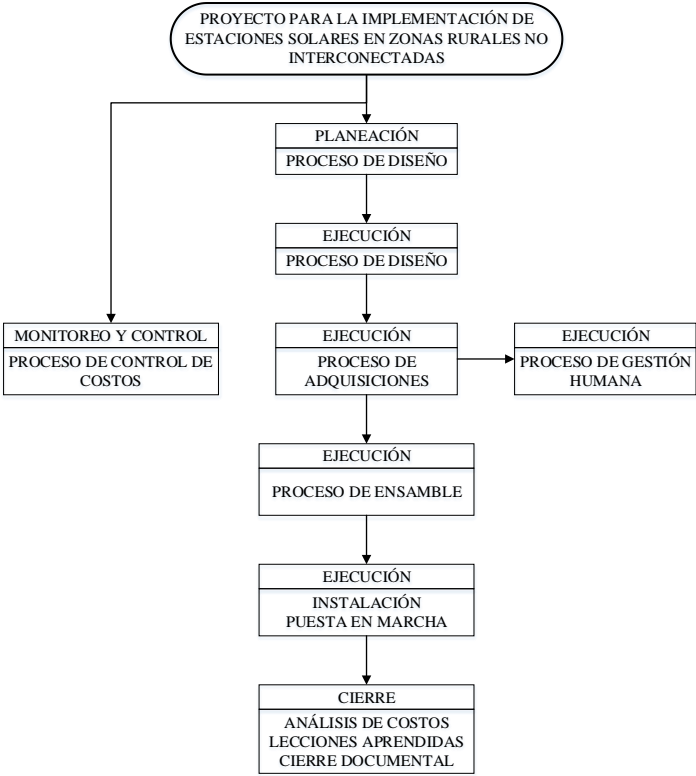


Figura 20. Diagrama de procesos actuales y futuros

Fuente: Construcción del autor.

3.2.7 Plan de gestión de recursos.

A continuación se presenta el plan de gestión de recursos humanos, donde se identifican los roles, responsabilidades, habilidades y competencias requeridas para la ejecución del proyecto.

HUMAN RESOURCE MANAGEMENT PLAN

Project Title: Proyecto para la implementación de estaciones solares en zonas rurales no interconectadas

Date Prepared: 30 de Junio de 2018

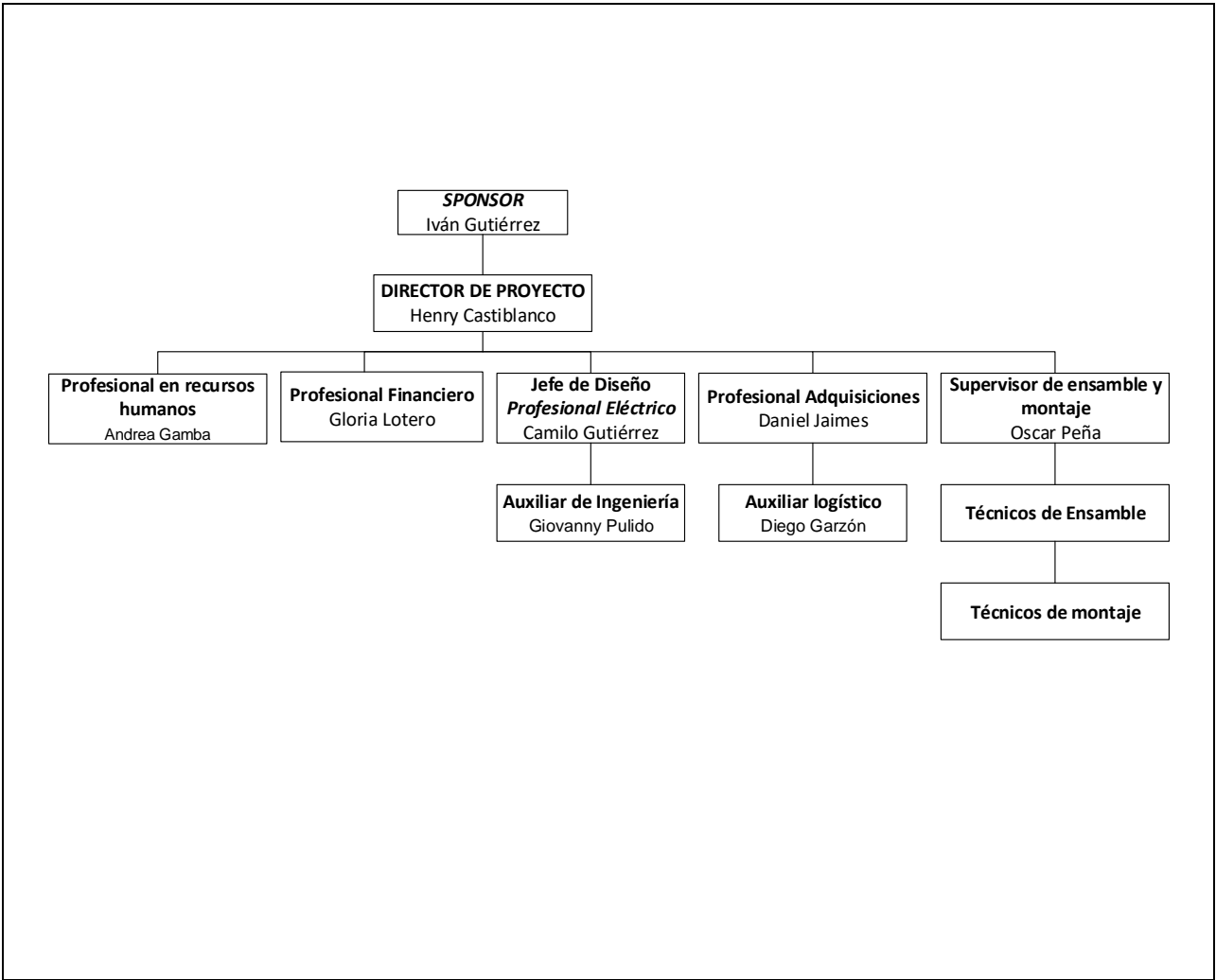
Roles, Responsibilities, and Authority

<i>Role</i>	<i>Responsibility</i>	<i>Authority</i>
Gerente	Encargado suministrar los recursos financieros para desarrollar el producto.	Sobre todo el equipo de proyecto.
Director de proyecto	Encargado de la planificación, gestión, seguimiento y ejecución del proyecto.	Sobre todo el equipo de proyecto, en cabeza de los líderes de proceso.
Ingeniero Eléctrico	Profesional encargado de los diseños eléctricos, planta física del proyecto y diseñar las estaciones solares.	Sobre todo el equipo de diseño, el cual está integrado por proyectistas mecánicos o eléctricos.
Profesional Financiero	Realizar monitoreo y control de los costos del proyecto en cada una de sus fases. Adicionalmente, encargado de	Sobre su propio cargo.

	administrar el flujo de caja del proyecto.	
Profesional Recursos Humanos	Realizar la selección de personal de acuerdo a los perfiles de cargo requeridos para el proyecto. Además, encargado de ejecutar las evaluaciones de desempeño del personal para determinar su idoneidad en la asignación de tareas.	Sobre su propio cargo.
Profesional de Compras	Encargado de las adquisiciones y contratos de servicios. En este caso, se encarga de realizar negociaciones que optimicen los costos, tiempos de entrega y calidad del producto.	Nivel de autoridad sobre su propio cargo y el personal de logística.
Supervisor de ensamble y montaje	Encargado de asignar tareas y hacer seguimiento a la ejecución del ensamble de los productos de acuerdo a la programación del proyecto.	Autoridad sobre el personal de técnico de ensamble.

Técnicos de ensamble y montaje.	Personal operativo encargado de realizar el ensamble, montaje y puesta en marcha de las estaciones solares.	Autoridad de tipo técnico, teniendo en cuenta las características del área de diseño para el ensamble e instalación de las estaciones solares.
---------------------------------	---	--

Project Organizational Structure



Staffing Management Plan
Staff Acquisition

Staff Release

<ul style="list-style-type: none"> • Se debe realizar la identificación y descripción de los roles asociados al proyecto. En este caso se debe tener en cuenta habilidades, competencias, relaciones personales y asignación de responsabilidades. • La adquisición de personal debe estar orientada al cumplimiento de los objetivos del proyecto de acuerdo a lo establecido en el cronograma del proyecto, lo anterior sin presentar afectación al alcance, tiempo y costo. • Posterior a la contratación de personal, se deben brindar herramientas de formación e inducción al equipo de proyecto sobre los procesos que están asociados y el diligenciamiento de los formatos de registro requeridos en cada fase para su seguimiento. • El personal administrativo estará sometido a evaluaciones de desempeño, para determinar que su participación en el proyecto cumple con los requerimientos establecidos en el proyecto para alcanzar un 	<ul style="list-style-type: none"> • La contratación del personal será realizada en función de la necesidad de recursos del proyecto de acuerdo a la programación establecida para la ejecución. • De acuerdo a lo anterior, los perfiles de cargo que tengan una intervención en el proyecto por debajo de un 30%, deben ser contratados por contratos de obra labor, con el fin de no cargar costos al proyecto de recursos que no se estén usando de forma eficaz. • La liberación del personal debe realizarse, con el seguimiento al cumplimiento de las actividades o tareas asignadas. En este caso, el director de proyecto emitirá el paz y salvo para liberar el recurso y de esta manera controlar el cumplimiento en la ejecución de las tareas asignadas. • El proceso de gestión humana debe contar con un procedimiento de gestión de recursos humanos donde se definen todos los criterios de selección, contratación, evaluación y liberación de personal. • Cada subcontratista que involucre mano de obra durante el desarrollo del proyecto debe presentar ante el proceso de gestión
---	--

Resource Calendars

El horario de trabajo establecido para el proyecto está definido en 48 horas de trabajo semanales las cuales están distribuidas en 9,5 horas de trabajo diarias contemplado una hora de almuerzo. Para el caso del proyecto está estipulado trabajar de lunes a viernes en horario de 7:00 a.m. hasta las 17:30, dicho horario de trabajo aplica tanto a personal administrativo como a personal operativo. Sin embargo, si la ejecución del proyecto exige prolongar las jornadas de trabajo, el equipo de proyecto no debe sobrepasar más de 12 horas adicionales en la semana, es decir, que se estima trabajar 1 una hora diaria adicional entre semana y hasta 7 horas los días sábados. Para el caso de la jornada laboral en los sitios de instalación se debe contemplar las mismas jornadas de trabajo para el personal encargado de la labor.

Training Requirements

Los requerimientos de capacitación se hacen necesarios para mejorar las competencias del equipo de trabajo, también como parte del plan de reconocimiento y recompensa o certificaciones que respalden las capacidades de los miembros del equipo de proyecto. En el **Anexo M. Plan de capacitación del equipo**, se puede observar el plan considerado para el equipo de proyecto.

Rewards and Recognition

El plan de reconocimiento y recompensa se realiza con el fin de incentivar la proactividad del equipo de trabajo haciendo que los integrantes acepten más fácilmente sus roles. Se debe plantear al inicio con el fin de establecer la línea base del proyecto y mejorar la participación del equipo en el cumplimiento de los objetivos del proyecto. En el **Anexo N. Plan de reconocimiento y recompensas** se puede observar el plan de reconocimiento y recompensa para el proyecto.

Regulations, Standards, and Policy Compliance

Todos los involucrados en el equipo de proyecto ya sean colaboradores internos o contratistas, deben estar alineados con los objetivos del proyecto. De acuerdo a lo anterior todos adquieren el compromiso de contribuir activamente en mantener y mejorar la gestión y desarrollo del proyecto con el fin de dar cumplimiento al alcance y asegurar la entrega de productos de calidad que satisfagan las necesidades energéticas del usuario de las estaciones solares.

De acuerdo a lo anterior, se implementaran indicadores de desempeño que permiten medir el desempeño del equipo de trabajo y así tomar decisiones para mejorar las competencias y habilidades del equipo. En el **Anexo O. Indicadores de desempeño del equipo** se pueden ver los indicadores de desempeño que se utilizaran en el proyecto.

Safety

Durante el desarrollo del proyecto se realizarán jornadas de sensibilización donde se promueva el bienestar de los colaboradores, así como la implementación de políticas de seguridad y salud en el trabajo con el fin de prevenir accidentes o enfermedad laboral. Adicionalmente se llevará registro del personal que requiera elementos de protección personal como es el caso del personal operativo del proyecto o personal administrativo que ocasionalmente tenga que ejecutar labores de campo.

3.2.7.1 Estructura de desagregación de recursos.

La estructura de desagregación de recursos permite identificar los recursos humanos y técnicos requeridos para la ejecución del proyecto. En la **Figura 21. Estructura de desagregación de recursos EDR** se tiene la estructura planteada para el desarrollo del proyecto.

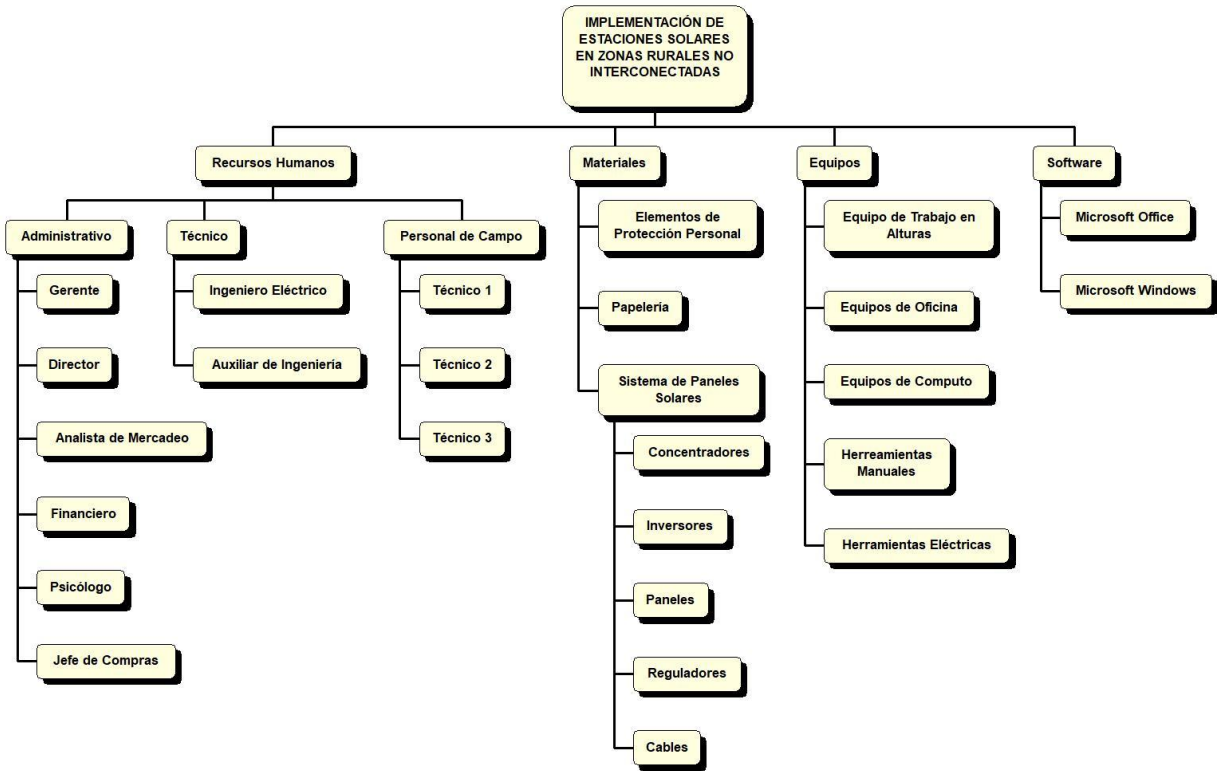


Figura 21. Estructura de desagregación de recursos EDR

Fuente: Construcción del autor.

3.2.7.2 Estimación de necesidades de recursos físicos y equipo del proyecto.

La hoja de recursos se obtuvo del análisis de asignaciones de recursos para las actividades asociadas a los entregables del proyecto. A continuación, en la Tabla 28. Hoja de recursos del proyecto se aprecian los recursos considerados para la ejecución del proyecto.

3.2.7.3 Matriz RACI.

La matriz RACI permite identificar los roles y responsabilidades de los recursos internos y externos al proyecto. De acuerdo a lo anterior, en el **Anexo P. Matriz RACI del proyecto** se presenta la matriz consolidada para el plan de gestión de recursos.

3.2.7.4 Roles y responsabilidades.

A continuación se presentan los roles y responsabilidades definidos dentro del plan de gestión de recursos para la gestión y ejecución del proyecto en desarrollo.

ROLES AND RESPONSIBILITIES

Project Title: Proyecto para la implementación de estaciones solares en zonas rurales no interconectadas

Date Prepared: 30 de Junio de 2018

Resource Role Description

A continuación se relacionan los roles definidos para el desarrollo del proyecto.

ROL	DESCRIPCIÓN
Gerente	Encargado de asignar los recurso necesarios para desarrollar el proyecto y dar cumplimiento a su alcance.
Director de proyecto	Es quien se encarga del desarrollo del proyecto. En este caso, es quien se encarga de gestionar, planificar, dirigir y ejecutar el proyecto de acuerdo a los requerimientos definidos.
Ingeniero Eléctrico	Es la persona encargada de desarrollar la ingeniería de las estaciones solares, lo anterior teniendo en cuenta la normatividad técnica vigente y las tecnologías disponibles para la implementación del proyecto.
Profesional Financiero	Es quien se encarga de la supervisión de los costos del proyecto en cada una de sus fases. Adicionalmente gestiona el flujo de caja del proyecto.
Profesional Recursos Humanos	El profesional de gestión humana se encarga de realizar los procesos de selección, contratación y liberación del equipo de proyecto.
Profesional de Compras	Es el profesional encargado de realizar la adquisición de equipos, materiales, herramientas y contratos de servicios asociados al

	desarrollo del proyecto.
Supervisor de ensamble y montaje	Encargado de asignar tareas y hacer seguimiento a las actividades a asociadas al proceso de ensamble. Adicionalmente encargado de verificar la funcionalidad del producto ensamblado.
Técnicos de ensamble y montaje	Encargados de desarrollar tareas de ensamble de los productos de acuerdo al alcance del proyecto.

Authority

A continuación se relacionan los líderes de proceso asociados al proyecto y su nivel de autoridad durante el desarrollo y seguimiento a las tareas asignadas.

ROL	AUTORIDAD
Gerente	Cuenta con autoridad sobre todo el equipo de proyecto. Nivel de autoridad: Muy Alto
Director de proyecto	Sobre todo el equipo de proyecto, en cabeza de los líderes de proceso según las fases del proyecto. Nivel de autoridad: Alto
Ingeniero Eléctrico	Sobre todo el equipo de diseño, el cual está integrado por proyectistas mecánicos o eléctricos.

		Nivel de autoridad: Medio
	Profesional Financiero	Sobre su propio cargo. Nivel de autoridad: Bajo
	Profesional Recursos Humanos	Sobre su propio cargo. Nivel de autoridad: Bajo
	Profesional de Compras	Sobre su propio cargo y el personal de logística. Nivel de autoridad: Bajo
	Supervisor de ensamble y montaje	Sobre todo el grupo de técnicos, encargados del ensamble en planta e instalación en sitio. Nivel de autoridad: Bajo
	Técnicos de ensamble y montaje	Pueden aportar al desempeño del proyecto más no cuentan con autoridad. Nivel de autoridad: Muy Bajo

Responsibility

A continuación se relacionan los líderes de proceso asociados al proyecto y su nivel de autoridad durante el desarrollo y seguimiento a las tareas asignadas.

ROL	RESPONSABILIDAD
Gerente	Es responsable de la asignación de los recursos de acuerdo al alcance y requerimientos del proyecto. Adicionalmente debe realizar seguimiento a la ejecución para asegurar que no existan desviaciones al alcance del proyecto y se cumpla con los requerimientos del cliente o <i>Stakeholder</i> externo.
Director de	Es responsable de brindar las herramientas necesarias para que el equipo de

proyecto	<p>proyecto pueda desempeñar a satisfacción las tareas asignadas. Adicionalmente es responsable por planificar, gestionar, ejecutar y controlar todos los recursos del proyecto para asegurar el óptimo desempeño del alcance, tiempo, costo y calidad del proyecto.</p>
Ingeniero Eléctrico	<p>Responsable del desarrollo de la ingeniería asociada al proyecto, lo anterior teniendo en cuenta la normatividad vigente, la tecnología disponible y las necesidades del cliente. Es responsable también por asegurar que la entrada de información al proceso de ensamble sea precisa para mitigar reprocesos por hallazgos de no calidad en el producto.</p>
Profesional Financiero	<p>De acuerdo al presupuesto del proyecto el profesional financiero debe vigilar los costos de ejecución del proyecto en cada una de sus fases. Adicionalmente debe asegurar el flujo de caja del proyecto para mitigar riesgos de sobrecostos o falta de presupuesto durante el desarrollo del proyecto.</p>
Profesional Recursos Humanos	<p>El profesional de recursos humanos, es responsable por la selección de personal requerido para la formación del equipo de proyecto. En este caso, debe asegurar que la selección y contratación sea acorde a los requerimientos establecidos en los perfiles de cargo de cada uno de los procesos asociados al proyecto.</p>
Profesional de Compras	<p>Es responsable por realizar la adquisición de materiales, equipos y herramientas requeridos por cada proceso del proyecto. Adicionalmente debe realizar negociaciones y evaluaciones de proveedores que permitan optimizar</p>

	los costos de ejecución del proyecto sin afectar la calidad del producto final.
Supervisor de ensamble y montaje	Es el encargado de realizar la asignación de tareas al personal técnico para el proceso de ensamble y montaje de las estaciones solares. Adicionalmente es responsable de realizar la liberación del producto y seguimiento al desempeño del personal técnico para asegurar el cumplimiento del cronograma contemplado para la fase de construcción del proyecto.
Técnicos de ensamble y montaje	De acuerdo la ingeniería emitida y los materiales recibidos del proceso de adquisiciones, los técnicos de ensamble están encargados de realizar el ensamble de las estaciones solares y realizar pruebas funcionales que aseguren el funcionamiento del producto antes de su liberación. Adicionalmente son responsables de la instalación de las estaciones en campo y realizar la puesta en marcha donde se asegure la completa operatividad eléctrica del sistema instalado. En este caso, deben consolidar toda la documentación de la puesta en marcha para el seguimiento y cierre del suministro realizado.

Qualifications

A continuación se presentan los requisitos en cuanto a experiencia y competencias que debe cumplir el equipo de proyecto de acuerdo a los roles establecidos.

ROL	PERFIL DE CARGO
Gerente	<ul style="list-style-type: none"> • Especialista en gerencia de proyectos. • Experiencia en administración de contratos en el sector energético.
Director de	<ul style="list-style-type: none"> • Especialista en gerencia de proyectos. • Experiencia en administración de contratos en el sector

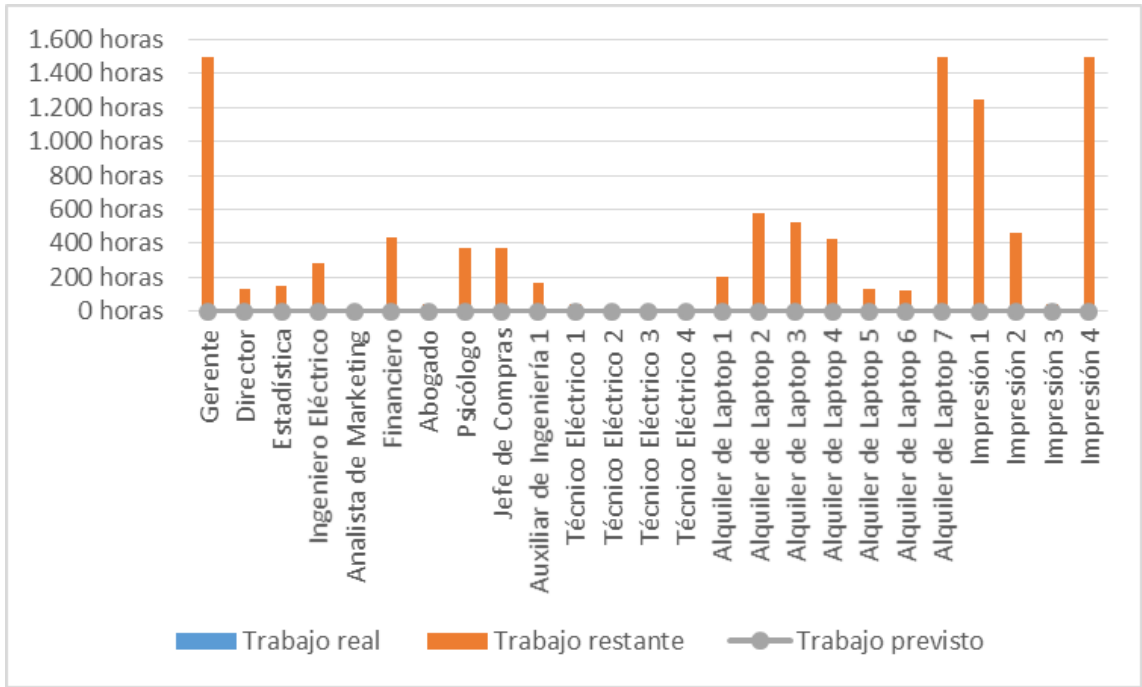
proyecto	energético.
Ingeniero Eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> • Experiencia en sistemas de energía Fotovoltaicos. • Participación en contratos del sector energético. • Experiencia de 2 años en desarrollo de ingeniería.
Profesional Financiero	<ul style="list-style-type: none"> • Profesional en finanzas, administración de empresas o contaduría. • Conocimiento en legislación financiera y fiscal. • Participación en contratos del sector energético.
Profesional Recursos Humanos	<ul style="list-style-type: none"> • Profesional en Psicología, ingeniería industrial o administración de empresas. • Amplio conocimiento en procesos de selección y contratación. • Conocimiento en legislación laboral. • Participación en contratos del sector energético.
Profesional de Compras	<ul style="list-style-type: none"> • Profesional en ingeniería industrial, administración de empresas o profesional en logística. • Conocimiento en trámites aduaneros. • Participación en contratos del sector energético.
Supervisor de ensamble y montaje	<ul style="list-style-type: none"> • Profesional en ingeniería eléctrica, electrónica, o industrial. • Conocimientos en aseguramiento de calidad. • Participación en contratos del sector energético.
Técnicos de ensamble y montaje	<ul style="list-style-type: none"> • Certificación CONTE. • Certificado trabajo en alturas. • Conocimiento en ensamble de tableros eléctricos.

Requirements

A continuación se presentan los requerimientos que debe cumplir el equipo de proyecto de acuerdo a los roles establecidos.

ROL	REQUERIMIENTOS
Gerente	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de liderazgo. • Dominio del idioma inglés. • Experiencia en administración de contratos en el sector energético.
Director de proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Dominio del idioma inglés. • Manejo de herramienta <i>Microsoft Project</i> y herramientas ofimáticas.
Ingeniero Eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> • Manejo herramientas de diseño eléctrico. • Manejo de herramientas ofimáticas. • Dominio del idioma inglés.
Profesional Financiero	<ul style="list-style-type: none"> • Manejo de herramientas para control de inventarios. • Manejo de herramientas ofimáticas.
Profesional Recursos Humanos	<ul style="list-style-type: none"> • Manejo de herramientas ofimáticas.
Profesional de Compras	<ul style="list-style-type: none"> • Manejo de herramientas para control de inventarios. • Manejo de herramientas ofimáticas. • Dominio del idioma inglés.
Supervisor de ensamble y montaje	<ul style="list-style-type: none"> • Manejo de herramientas ofimáticas.
Técnicos de ensamble y montaje	<ul style="list-style-type: none"> • Manejo de herramientas ofimáticas.

En la *Gráfica 17. Histograma de recursos asignados*, se pueden visualizar los recursos considerados para la ejecución del proyecto. Es decir, se presentan los recursos y las horas de trabajo requeridas en función de las tareas a realizar.



Gráfica 17. Histograma de recursos asignados

Fuente: Construcción del autor.

Como se definió anteriormente, el horario de trabajo para el proyecto está definido en 48 horas de trabajo semanales las cuales están distribuidas en 9,5 horas de trabajo diarias contemplado una hora de almuerzo. Para el caso del proyecto está estipulado trabajar de lunes a viernes en horario de 7:00 a.m. hasta las 17:30.

3.2.7.5 *Esquema de contratación y liberación de personal.*

De acuerdo a la necesidad del proyecto, en la *Tabla 34. Esquema de contratación y liberación de recursos* se presenta el esquema de contratación de personal, bajo los siguientes criterios:

- Rol del cargo.
- Tipo de contrato.
- Fuente de la contratación.
- Tiempo de reclutamiento.
- Fecha de inicio de actividades en el proyecto.
- Fecha de terminación en el proyecto.

Tabla 34. Esquema de contratación y liberación de recursos

ROL O CARGO	TIPO DE CONTRATACIÓN	DURACIÓN DEL CONTRATO	FECHA DE INICIO	FECHA DE FINALIZACIÓN (LIBERACIÓN)	JEFE INMEDIATO (RESPONSABLE LIBERACIÓN)	FUENTE CONTRATACIÓN
1 Gerente de proyecto.	Contrato a término fijo	(12) meses	02/01/2018	20/12/2018	-----	OUTSOURCING
2 Director de proyecto.	Contrato a término fijo	(12) meses	02/01/2018	20/12/2018	Gerente de proyecto.	OUTSOURCING
3 Ingeniero eléctrico.	Contrato a término fijo	(12) meses	02/01/2018	20/12/2018	Director de proyecto.	OUTSOURCING
4 Profesional financiero.	Contrato a término fijo	(12) meses	02/01/2018	20/12/2018	Gerente de proyecto.	OUTSOURCING
5 Profesional en recursos humanos.	Contrato a término fijo	(12) meses	02/01/2018	20/12/2018	Gerente de proyecto.	OUTSOURCING
6 Profesional en compras.	Contrato a término fijo	(12) meses	02/01/2018	20/12/2018	Profesional financiero.	OUTSOURCING
7 Supervisor de ensamble y montaje.	Contrato a término fijo	(12) meses	02/01/2018	20/12/2018	Director de proyecto.	OUTSOURCING
8 Técnico de ensamble y montaje.	Contrato a término fijo	(12) meses	02/01/2018	20/12/2018	Supervisor de ensamble y montaje.	OUTSOURCING

Fuente: Construcción del autor.

3.2.8 Plan de gestión de las comunicaciones.

El plan de gestión de las comunicaciones permite direccionar las comunicaciones de tal forma que se asegure que la planificación, gestión, almacenamiento, distribución y disposición final de la información sea eficaz para garantizar el cumplimiento de los objetivos del proyecto. A continuación se presenta la matriz de comunicaciones establecida para el proyecto.

3.2.8.1 *Matriz de comunicaciones.*

En el **Anexo Q. Matriz de comunicaciones**, se presenta la matriz establecida para el proyecto. En dicha matriz se realiza el registro de la información que debe ser comunicada teniendo en cuenta los requerimientos de comunicación para asegurar que la información sea consolidada, tratada, distribuida y dispuesta según las necesidades del equipo de proyecto.

3.2.9 Plan de gestión de riesgos.

Este plan de gestión permite realizar el tratamiento de los riesgos, es decir permite identificar, planificar, gestionar, analizar, controlar y gestionar la respuesta ante riesgos materializados o riesgos que están expuesto durante la ejecución del proyecto. A continuación se presenta el plan de gestión de riesgos que se estableció para el desarrollo del proyecto.

RISK MANAGEMENT PLAN

Project Title: Proyecto para la implementación de estaciones solares en zonas rurales no interconectadas

Date Prepared: 30 de Junio de 2018

Methodology

De acuerdo a los fundamentos contenidos en la guía *PMBOK*® para el desarrollo del proyecto, se implementaran técnicas y herramientas que permitan identificar y evaluar los riesgos teniendo en cuenta la probabilidad de ocurrencia e impacto que representan a los objetivos del proyecto y su efecto en el **alcance, tiempo, costo y calidad**.

Identificación de los riesgos

La identificación de los riesgos se definió a partir de la identificación de supuestos establecidos de acuerdo a los criterios de juicio de expertos con base a la experiencia del equipo de trabajo y análisis de datos del caso de negocio. Finalizada la identificación de riesgos se definió la estructura de desglose de los riesgos donde se contemplan riesgos técnicos, organizacionales, de gerencia del proyecto y externos.

Planificación de la gestión de riesgos

Para la ejecución del proyecto es importante realizar un plan para la identificación de riesgos, el cual permitirá definir los criterios para proceder en caso de que se materialicen riesgos que

puedan afectar los objetivos del proyecto tanto negativa como positivamente. Por lo anterior se realizará la identificación, planificación, priorización, evaluación y control de los riesgos definidos para el proyecto.

Priorización de riesgos

La priorización de los riesgos se debe determinar en función de los valores de probabilidad de ocurrencia e impacto del proyecto. En este caso, se determinará la prioridad de los riesgos y el plan de respuesta asociado de acuerdo a su valoración. Para la priorización de los riesgos se tienen establecidos como criterios de calificación **riesgo severo, riesgo crítico, riesgo moderado y riesgo leve**.

Evaluación de riesgos

Una vez identificados y priorizados los riesgos mediante un análisis cualitativo, se debe diligenciar la matriz de registro de riesgos identificados para el proyecto y posteriormente se ejecutará un análisis cualitativo donde se establecerán los riesgos de mayor relevancia que afectan los objetivos del proyecto.

Controlar los riesgos

Una vez identificados los riesgos y estructurados en la matriz de registro de riesgos, se deben realizar reuniones de seguimiento y control semanales donde se pueda evidenciar el estado de los riesgos respecto a su materialización. Se debe tener en cuenta que a lo largo de la ejecución del proyecto los riesgos pueden cambiar de prioridad de acuerdo al porcentaje de avance.

Roles and Responsibilities

Para el desarrollo del plan de riesgos se deben tener definidos los roles y responsabilidades para la gestión de riesgos identificados en el proyecto. A continuación se mencionarán los roles y responsabilidades de quienes intervendrán en el plan de gestión de riesgos.

MATRIZ DE ROLES Y RESPONSABILIDADES	
ROL	RESPONSABILIDAD
GERENTE	Asignar los recursos necesarios para mitigar el riesgo de incumplimiento del alcance o incumplimiento del cronograma del proyecto debido a la no gestión de los recursos necesarios para su desarrollo.
DIRECTOR DE PROYECTO	Es responsabilidad del director de proyecto, desarrollar estrategias de prevención y mitigación de materialización de riesgos durante la planificación y gestión del proyecto. Lo anterior, con el fin de asegurar el cumplimiento del cronograma y presupuesto. Adicionalmente debe mantener actualizada la matriz de registro de riesgos, ya que existirán algunos que deban liberarse y otros que deban incluirse durante el desarrollo del proyecto.
INGENIERO ELÉCTRICO	Líder de proceso de diseño, es responsable de hacer la revisión y aprobación de planos de ingeniería, los cuales son entregados a producción para realizar el proceso de ensamble. Para el caso de la gestión de riesgos, el Jefe de diseño es responsable de asegurar el cumplimiento en los diseños con el fin de mitigar reprocesos en las distintas fases del proyecto y es responsable de garantizar que la ingeniería planteada cumple con el alcance del proyecto y las

	necesidades energéticas del proyecto.
PROFESIONAL FINANCIERO	El profesional financiero es responsable realizar los análisis de costos del proyecto en cada una de sus fases para asegurar que no se presenten sobrecostos que impacten negativamente el proyecto. Adicionalmente debe controlar el flujo de caja para mitigar el riesgo de que el proyecto se quede sin recursos para su gestión y ejecución.
PROFESIONAL DE RECURSOS HUMANO	Es responsable de realizar el proceso de selección y contratación de personal que cumpla los requerimientos del proyecto. En este caso, el gestor de recursos humanos debe mitigar el riesgo de deserción o ausentismo ya que son condiciones que impactan negativamente el desarrollo del proyecto dentro del cronograma establecido afectando los objetivos de tiempo, costo y calidad del proyecto.
PROFESIONAL DE COMPRAS	El gestor de adquisiciones es responsable por controlar los tiempos de entrega de los proveedores para asegurar que los demás procesos contarán con los materiales, herramientas, equipos y consumibles solicitados para no afectar el cronograma del proyecto. Adicionalmente el jefe de compras de realizar negociaciones que optimicen los costos del proyecto sin afectar otros objetivos como lo son calidad y tiempo.

SUPERVISOR DE ENSAMBLE Y MONTAJE	El supervisor de ensamble y montaje es responsable por asegurar que los productos cumplan con los requerimientos de calidad tanto en el proceso de fabricación como en la instalación. Lo anterior buscando mitigar reprocesos por hallazgos de no calidad de ensamble que puedan generar efectos negativos en el desarrollo de cronograma del proyecto.
---	--

Risk Categories

En la estructura de desagregación que se muestra a continuación, se clasifica los riesgos que se pueden presentar durante la ejecución del proyecto.



Risk Management Funding

En la **Tabla 17. Análisis cuantitativo de riesgos**, se realizó el análisis de cuantitativo de los riesgos considerando el impacto y la probabilidad de materialización. De acuerdo a lo anterior se tiene que el proyecto debe contar con una reserva de contingencia asociada al presupuesto de \$ 16,9 millones y una reserva de tiempo de 35,7 días de ejecución.

Para el caso de la reserva de gestión, según análisis de información determinado por el juicio de expertos, se estimó una reserva de gestión de **5%** del presupuesto asignado, es decir, se

requiere una reserva de gestión de \$ 7,88 millones.

A continuación se relaciona el presupuesto total contemplando las reservas de contingencia y gestión del proyecto:

$$\text{Presupuesto total} = \text{Presupuesto} + \text{reserva de contingencia} + \text{reserva de gestión}$$

$$\text{Presupuesto total} = \$157,64 + \$ 16,9 + \$ 7,88$$

$$\text{Presupuesto total} = \$ 182,45 \text{ millones}$$

Contingency Protocols

Los riesgos identificados representan una condición de incertidumbre donde pueden presentarse efectos positivos o negativos en el proyecto, afectando los objetivos de alcance, tiempo, costo y calidad. De acuerdo a lo anterior, dentro del plan de gestión de riesgos se implementará la

Anexo R. Matriz de registro de riesgos, la cual estará integrada por las siguientes variables:

- **ID:** Código de identificación del riesgo.
- **Descripción del riesgo:** Se describen las causas, efectos e impactos del riesgo identificado y registrado.
- **Disparador:** Es la condición que genera la materialización del riesgo.
- **Estado:** Se establece el estado de seguimiento en el que se encuentra el riesgo registrado.
- **Probabilidad:** Refleja el porcentaje de materialización del riesgo registrado.
- **Impacto:** Define el impacto que representa al proyecto la materialización del riesgo.
- **Importancia:** Es la valoración que se da al riesgo en función de la probabilidad de ocurrencia y el impacto ocasionado.
- **Categoría:** De acuerdo a los resultados obtenidos se determina la categorización de los riesgos para determinar las estrategias de respuesta y sus planes de respuesta asociados.

- **Estrategia de respuesta:** Se establece la estrategia de gestión del riesgo.
- **¿En qué consiste la estrategia de respuesta?:** Define el tratamiento que debe realizarse al riesgo materializado según la valoración obtenida.
- **Plan de contingencia:** En este caso se define el plan de contingencia para los riesgos de más alta valoración que afecten los objetivos del proyecto.
- **Estado:** Seguimiento que se ejecutó o se ejecutará al riesgo registrado.
- **Seguimiento:** Se actualiza de acuerdo al tratamiento ejecutado sobre el riesgo.

La valoración del riesgo está definida por los criterios establecidos en el plan de estrategias y respuestas que se muestra a continuación.

PLAN DE ESTRATEGIAS Y RESPUESTAS				
Calificación Severo	Rango		Estrategia	Respuesta
Mayor o igual a	6,01		Evitar	Se requiere la implementación del plan de contingencia para la materialización del riesgo.
Crítico	4,6	6	Transferir	Ejecución de contratos con terceros
Valores entre				
Medio	3,01	4,5	Mitigar	Medidas preventivas.
Valores entre				
Leve	3		Aceptar pasivamente	Lista de observación
Menor o igual a				

Frequency and Timing

La frecuencia de seguimiento a los riesgos identificados se debe ejecutar semanalmente, esto debido a que se debe actuar de forma diligente para mitigar la materialización de los riesgos que puedan afectar negativamente los objetivos del proyecto.

Stakeholder Risk Tolerances

La tolerancia al riesgo de los interesados del proyecto está definida por la probabilidad de ocurrencia y el impacto generado, es decir, la tolerancia al riesgo representa el volumen de riesgo que resistirá el proyecto durante su ejecución. Por lo anterior, a continuación se presentan las matrices de probabilidad e impacto con las cuales se define la valoración de los riesgos.

- **Probabilidad**

DEFINICIÓN DE PROBABILIDAD		
Probabilidad	Valor	Definición
Muy alta	80%	El riesgo se materializará más de una vez durante el proyecto.
Alta	60%	La materialización del riesgo está latente en cualquier fase del proyecto.
Media	50%	El riesgo se materializará al menos una vez en durante el proyecto.
Baja	30%	Es posible que se materialice el riesgo.
Muy baja	10%	La materialización del riesgo es potencialmente nula.

- **Impacto**

OBJETIVO DEL PROYECTO	IMPACTO DEL PROYECTO				
	Muy bajo 2	Bajo 4	Moderado 6	Alto 8	Muy alto 10
Alcance	Se requiere ajuste de actividades	Desviaciones en entregables	Cambio de requerimientos	Solicitud de cambios al alcance	Cancelación del proyecto
Tiempo	Retrasos en actividades	Retrasos en actividades hasta 5%	Retrasos en actividades del 5% al 10%	Retrasos en actividades del 10% al 15%	Retrasos en actividades del 15% al 20%
Costo	Sobre-costos en actividades menores	Sobre-costos hasta el 5%	Sobre-costos hasta el 10%	Sobre-costos superior a reserva de contingencia	Sobre-costos superior a reserva de gestión
Calidad	Re-procesos en actividades menores	Entregables que requieren ajuste	Incumplimiento de especificaciones técnicas o normatividad	Solicitud de cambios en entregables	Se rechaza el proyecto por no cumplimiento de criterios de aceptación

• **Matriz de probabilidad e impacto**

MATRIZ DE PROBABILIDAD E IMPACTO					
Muy alta 80%	1,6	3,2	4,8	6,4	8
Alta 60%	1,2	2,4	3,6	4,8	6
Media 50%	1	2	3	4	5
Baja 30%	0,6	1,2	1,8	2,4	3
Muy baja 10%	0,2	0,4	0,6	0,8	1
	Muy bajo 2	Bajo 4	Moderado 6	Alto 8	Muy alto 10

De acuerdo a la matriz de probabilidad e impacto, se tienen distintos rangos de valoración del riesgo, los cuales se definen a continuación.

- Los riesgos con valoraciones menores o iguales a 3, se realiza en una lista de observación para un seguimiento periódico. Lo anterior con el fin de evitar su materialización.
- Para riesgos con valoración entre 3,0 y 4,5 se deben establecer medidas o acciones anticipadas que permitan reducir la probabilidad de ocurrencia y su impacto sobre el proyecto. Se debe tener en cuenta que es más eficaz tomar medidas para prevenir el riesgo, que tomar acciones correctivas después de su materialización.
- Para los riesgos valorados entre 4,6 y 6, se tiene como estrategia de respuesta la transferencia a terceros, es decir, se realiza la entrega de la responsabilidad y el trabajo asociado al riesgo identificado. La transferencia del riesgo no implica que se deje de ser el propietario, sino que se realiza para que su gestión sea ejecutada por un tercero.
- Para los riesgos con valoración igual o superior a 6,01, se establecerán planes de contingencia donde se definan herramientas de seguimiento continuo para evitar su

materialización y adicionalmente se establecen acciones correctivas que no afecten de manera significativa los objetivos de alcance, tiempo, costo y calidad del proyecto.

Tracking and Audit

Durante el desarrollo del proyecto se llevarán a cabo reuniones de seguimiento semanales donde se tratarán todos los temas asociados a la evolución del proyecto. En dichas reuniones se establecerá un espacio donde se evaluarán todos los riesgos identificados al inicio y los detectados en las distintas fases del proyecto. Durante las reuniones de seguimiento, se realizará la actualización de **Anexo R. Matriz de registro de riesgos** identificando así el estado de los riesgos, el tratamiento a realizar, las tareas a ejecutar y los planes de respuesta que se deben implementar para mitigar o corregir los efectos de riesgos materializados. Cada una de las reuniones ejecutadas debe contar con un acta de reunión donde se establezcan responsables de las tareas asignadas y fechas de cumplimiento de los compromisos, así los líderes de proceso y director del proyecto podrán hacer seguimiento a los compromisos adquiridos para la gestión de riesgo en las distintas fases del proyecto.

3.2.9.1 Matriz de registro, análisis y contingencia.

En el **Anexo R. Matriz de registro de riesgos**, se presenta la matriz de registro de riesgos, en la cual se realizará el registro, seguimiento y control de los riesgos identificados en el proyecto.

3.2.9.2 Ficha técnica de riesgos.

A continuación se presentan las fichas técnicas de los riesgos de más alta valoración que pueden causar efectos negativos en el desarrollo del proyecto.

RISK DATA SHEET

Project Title: Proyecto para la implementación de estaciones solares en zonas rurales no interconectadas

Date

Prepared: 30 de Junio de 2018

Risk ID PGR-5	Risk Description Retrasos en la aprobación de las licencias.						
Status Abierto	Risk Cause Debido a reprocesos en los diseños.						
Probability	Impact				Score	Responses	
	Scope	Quality	Schedule	Cost			
50%			10		5	Realizar contratación de Diseños de Ingeniería y monitorear los entregables semanalmente.	
Revised Probability	Revised Impact				Revised Score	Responsible Party	Actions
	Scope	Quality	Schedule	Cost			
20%			10		2	Jefe de diseño. Director de proyecto.	Asignación de recurso adicional para seguimiento a labores de ingeniería, realizando seguimiento uno a uno a los hallazgos detectados.
Secondary Risks Los riesgos secundarios asociados a los retrasos en la aprobación de las licencias que pueden presentarse son:							

<ul style="list-style-type: none"> • Sobrecarga de tareas al equipo de proyecto. • Aumento de los costos por contratación externa de los desarrollos de ingeniería. 	
Residual Risk Como riesgo residual se tiene el incumplimiento en la entrega de los desarrollos de ingeniería subcontratados.	
Contingency Plan Asignación de recurso adicional para seguimiento a labores de ingeniería, realizando seguimiento semanal para conocer el avance e implementar acciones para el cumplimiento en la entrega de diseños.	Contingency Funds Los costos asociados al riesgo identificado son \$3'798.600.
	Contingency Time Se tienen 15 días, como tiempo asociado al riesgo identificado.
Fallback Plans Se debe realizar la selección de al menos tres proveedores de ingeniería. Adicionalmente se debe retener el pago al proveedor hasta el cumplimiento de lo contratado.	
Comments Las actividades de ingeniería son críticas, por tal razón el seguimiento del jefe de ingeniería y el director de proyecto debe ser constante para asegurar que los diseños cumplan con los requerimientos del proyecto.	

RISK DATA SHEET

Project Title: Proyecto para la implementación de estaciones solares en zonas rurales no interconectadas

Date

Prepared: 30 de Junio de 2018

<i>Risk ID</i>	<i>Risk Description</i>						
PGR-6	Retrasos en el desarrollo de actividades.						
<i>Status</i>	<i>Risk Cause</i>						
Abierto	Debido al incumplimiento en los tiempos de entrega por parte de los proveedores de materiales.						
<i>Probability</i>	<i>Impact</i>				<i>Score</i>	<i>Responses</i>	
	<i>Scope</i>	<i>Quality</i>	<i>Schedule</i>	<i>Cost</i>			
60%			10		6	Solicitar pólizas de calidad y cumplimiento como garantía al suministro de materiales.	
<i>Revised Probability</i>	<i>Revised Impact</i>				<i>Revised Score</i>	<i>Responsible Party</i>	<i>Actions</i>
	<i>Scope</i>	<i>Quality</i>	<i>Schedule</i>	<i>Cost</i>			
10%			10		1	<ul style="list-style-type: none"> Jefe de adquisiciones. Director de proyecto. 	Aplicar pólizas de cumplimiento al proveedor, realizar evaluación del proveedor y ejecutar actividades en paralelo para dar cumplimiento a cronograma.
Secondary Risks El riesgo secundario asociado a los retrasos en el desarrollo de actividades por causa de los materiales es: <ul style="list-style-type: none"> Sobrecostos en la adquisición de materiales debido a la exigencia de pólizas al proveedor. 							
Residual Risk El riesgo residual asociado es encontrar proveedores que cumplan con los requisitos del proyecto.							
Contingency Plan Aplicar pólizas de cumplimiento al proveedor, realizar evaluación del proveedor y ejecutar actividades en paralelo					Contingency Funds Los costos asociados al riesgo identificado son \$4'039.380.		

para dar cumplimiento a cronograma. Adicionalmente se debe contar con al menos tres cotizaciones de proveedores que cumplan con los requisitos del proyecto.	Contingency Time Se tienen 3.5 días, como tiempo asociado al riesgo identificado.
Fallback Plans Se debe realizar el seguimiento semanal a los proveedores de materiales y servicios para asegurar el cumplimiento de los entregables. Además se debe ligar el pago al cumplimiento de la entrega.	
Comments El jefe de adquisiciones debe realizar negociaciones con proveedores que cumplan con los requerimientos del proyecto, tanto en calidad como en costo.	

RISK DATA SHEET

Project Title: Proyecto para la implementación de estaciones solares en zonas rurales no interconectadas

Date

Prepared: 30 de Junio de 2018

Risk ID PGR-11	Risk Description Variaciones en el presupuesto.						
Status Abierto	Risk Cause Debido a una mala estimación de costos.						
Probability	Impact				Score	Responses	
	Scope	Quality	Schedule	Cost			
60%				10	6	Plantear estrategias de ejecución de actividades simultáneas con el objetivo de optimizar los recursos y optimizar el presupuesto.	
Revised Probability	Revised Impact				Revised Score	Responsible Party	Actions
	Scope	Quality	Schedule	Cost			
10%				10	1	<ul style="list-style-type: none">• Jefe de financiero.• Director de proyecto.	Realizar seguimiento semanal a los costos del proyecto, validando en cual fase del proyecto se debe implementar algún plan para optimizar los costos.
Secondary Risks Los riesgos secundarios asociados a la mala estimación de costos son: <ul style="list-style-type: none">• Se puede sobrecargar de tareas el equipo de proyectos.• Se puede presentar in cumplimiento en los entregables de cada una de las fases del proyecto.							
Residual Risk El riesgo residual asociado es el incumplimiento de los requerimientos de calidad del producto final.							

<p><i>Contingency Plan</i></p> <p>Debido a la mala estimación de costos se deben reprogramar actividades para que sean ejecutadas en paralelo, adicionalmente se deben subcontratar actividades que optimicen los costos de ejecución y mantener el presupuesto sin afectaciones negativas.</p>	<p><i>Contingency Funds</i></p> <p>Los costos asociados al riesgo identificado son \$4'043.501.</p> <p><i>Contingency Time</i></p> <p>Se tienen 13.3 días, como tiempo asociado al riesgo identificado.</p>
<p><i>Fallback Plans</i></p> <p>Se debe tener claridad sobre el alcance del proyecto, para establecer todas actividades necesarias para dar cumplimiento a los objetivos alcance, tiempo, costo y calidad del proyecto.</p>	
<p><i>Comments</i></p> <p>El director de proyecto debe ser riguroso y cuidadoso con la planeación del proyecto, ya que una mala estimación puede ocasionar impactos negativos que afecten significativamente el proyecto.</p>	

3.2.10 Plan de gestión de adquisiciones.

A través del plan de gestión de adquisiciones se planifica, gestiona y controla la adquisición de los bienes y servicios requeridos para la ejecución del proyecto. A continuación se presenta el plan de gestión definido para el proyecto.

PROCUREMENT MANAGEMENT PLAN

Project Title: Proyecto para la implementación de estaciones solares en zonas rurales no interconectadas

Date Prepared: 30 de Junio de
2018

Procurement Authority

De acuerdo a los requerimientos del proyecto, se asignará un líder del proceso de adquisiciones el cual será responsable por realizar la selección de proveedores, negociaciones, seguimiento a las adquisiciones y evaluación al desempeño de proveedores con el fin de asegurar cumplimiento al alcance, tiempo, costo y calidad del proyecto. Adicionalmente debe retroalimentar al director de proyecto sobre el estado de las adquisiciones y contratación de servicios requeridos, lo anterior dando cumplimiento al seguimiento necesario para tener un óptimo control del proceso. El jefe de adquisiciones debe garantizar que la compra de materiales y equipos requeridos para el desarrollo del proyecto cumpla con las especificaciones técnicas del área de diseño y la calidad necesaria para entregar un producto que cumpla con la normatividad vigente y satisfaga las necesidades del usuario final.

Por otro lado, el director de proyecto, debe autorizar y firmar todas las órdenes generadas desde el proceso de adquisiciones con el objetivo de validar el costo de las adquisiciones y los tiempos de entrega de los proveedores.

Roles and Responsibilities:

<i>Project Manager</i>	<i>Procurement Department</i>
<ol style="list-style-type: none">1. Validar las requisiciones de materiales y equipos generadas por el área de diseño.2. Autorizar las órdenes de compra que se emitirán a los proveedores.3. Verificar el tipo de contrato que se establecerá con los proveedores.4. Liberación de pago a proveedores.5. Hacer seguimiento a las negociaciones realizadas con los proveedores.6. Medir el desempeño del proceso de adquisiciones con el fin de establecer estrategias que promuevan la mejora continua del proceso.	<ol style="list-style-type: none">1. Recibir y gestionar las requisiciones generadas por los demás procesos.2. Selección de proveedores. En este caso, se deben evaluar al menos tres alternativas.3. Realizar negociaciones de productos y servicios que permitan optimizar los costos del proyecto.4. Asegurar que la entrega de las adquisiciones y contratos sea acorde al cronograma del proyecto.5. Debe llevar registro de inventario de materiales adquiridos y llevar el registro de las salidas de almacén.

Standard Procurement Documents

1. Requisición de materiales.
2. Órdenes de compra.
3. Salidas de almacén.
4. Formato de solicitud de pólizas.
5. Formato de solicitud de cambio o garantía.
6. Contrato de servicios.
7. Acta de liberación de producto o servicio.

Contract Type

El tipo de contratación de materiales y servicios establecida en el proceso de adquisiciones, es **contratos de precio fijo cerrado (FFP)**. En este caso, se realiza la contratación en función de un precio o tarifa establecida desde el inicio del proyecto.

Con el tipo de contratación establecida, se busca que el los proveedores se hagan responsables del cumplimiento de los compromisos adquiridos con el proyecto sin afectar el desempeño de los costos del mismo.

Bonding and Insurance Requirements

Para asegurar el cumplimiento en la entrega de los materiales y servicios contratados con proveedores externos al proyecto se tienen contemplada la exigencia de las siguientes pólizas:

- **Póliza de cumplimiento:**

Esta póliza está contemplada para los contratos de adquisición de determinados productos o prestación de servicios, donde el contratista debe pagar el perjuicio causado por el incumplimiento en la entrega, ya sea por condiciones técnicas o tiempos de entrega retrasados.

- **Póliza de calidad:**

La póliza de calidad compromete al proveedor a cumplir con las especificaciones técnicas para el producto suministrado y el cumplimiento a la normatividad vigente asociada al suministro.

- **Póliza del buen manejo del anticipo:**

Esta póliza asegura los recursos financieros entregados al proveedor para iniciar el proceso de suministro o ejecución de servicios.

Por otro lado, cada una de las órdenes de compra o contratos deben llevar la aprobación del representante legal del proyecto, a fin de asegurar el cumplimiento en la entrega de materiales o ejecución de los servicios ejecutados.

Selection Criteria

<i>Weight</i>	<i>Criteria</i>
100	Cumplimiento del contrato u orden de compra de acuerdo a las especificaciones técnicas del proyecto.
80	Respaldo y soporte técnico a los equipos y servicios suministrados.
60	Tarifas ajustadas a las necesidades de costos del proyecto.
40	Tiempos de entrega de productos y servicios.
20	Calificación en la evaluación de desempeño del proveedor superior al 70%.

Procurement Assumptions and Constraints

Los supuestos asociados al proceso de adquisiciones durante el desarrollo del proyecto son:

- Todos los proveedores de productos y servicios deben contar con sistemas de gestión de calidad que aseguren el cumplimiento de las especificaciones técnicas y la calidad requerida.
- Las negociaciones de precio y tiempo de entrega estarán sujetas al cronograma del proyecto.

- Seleccionar los proveedores de mayor calificación como estrategia de aseguramiento de los objetivos del proyecto.
- El proceso de selección de proveedores permitirá establecer relaciones comerciales donde se garantice el cumplimiento en las entregas y no se tengan que hacer efectivas las pólizas asociadas al contrato de producto o servicio.

Por otro lado, para el caso de las restricciones se tiene que:

- Las adquisiciones deben realizarse bajo la solicitud y especificación técnica del proceso solicitante, es decir no se deben hacer homologaciones de productos o servicios sin previa validación del solicitante y autorización del director de proyecto.
- El líder de adquisiciones no puede aceptar comisiones para favorecer a determinados proveedores, ya que puede comprometer el óptimo desarrollo del proyecto.
- Todos los materiales y equipos adquiridos deben contar con certificado de producto y carta de garantía.
- Las negociaciones de pago a proveedores no deben realizarse a un periodo inferior de 45 días.
- El proveedor solo podrá radicar facturas hasta el día 25 de cada mes. Pasado este plazo, la factura se deberá radicar en el mes siguiente.

Integration Requirements

WBS	El proceso de adquisiciones estará alineado a los requerimientos de cada una de las fases de proyecto. De acuerdo a lo anterior, las adquisiciones de materiales y la contratación de productos y servicios se ejecutarán bajo el seguimiento y autorización del director de proyectos con el fin de
------------	--

	asegurar el cumplimiento de los objetivos de alcance, tiempo, costo y calidad.
<i>Schedule</i>	El proceso de adquisiciones de productos y servicios debe estar alineado con el cronograma del proyecto. Es responsabilidad del líder de adquisiciones asegurar el cumplimiento de las entregas dentro de los plazos establecidos para cada fase del proyecto con el fin de no generar retrasos que afecten su desarrollo.
<i>Documentation</i>	<p>La gestión de adquisiciones se debe desarrollar bajo los criterios establecidos en el plan de gestión de adquisiciones y debe asegurar el cumplimiento en la entrega de documentación de requerida de proveedores de productos y servicios.</p> <p>Para el caso de la adquisición de materiales y equipos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cotización del suministro. • Orden compra autorizada por el representante. • Certificado de conformidad de producto. • Carta de garantía. • Soportes de adquisición de pólizas (Si aplica). • Remisión de entrega firmada por almacén. • Factura de venta. <p>Para el caso de la contratación de servicios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cotización del servicio. • Orden compra autorizada por el representante. • Informes de avance y seguimiento de entregables.

	<ul style="list-style-type: none"> • Soportes de adquisición de pólizas (Si aplica). • Acta de servicio con firma de liberación de líder de proceso y director de proyecto. • Factura de venta.
Risk	<p>Los riesgos asociados al proceso de adquisiciones serán monitoreados semanalmente por el líder de proceso y director de proyecto, esto con el fin de evitar la materialización de riesgos que impacten negativamente el proyecto.</p> <p>Sin embargo, si se materializa un riesgo durante la gestión de adquisiciones se deben implementar los planes de acción, estrategias de respuesta y cambios requeridos para minimizar el impacto en el proyecto. Adicionalmente se deben establecer acciones de mejora que aseguren y minimicen el riesgo de materialización de los riesgos disparados.</p>
Performance Reporting	<p>Los contratistas vinculados al proyecto deben establecer seguimiento semanal, donde se valide el avance de los entregables y el desempeño del cronograma, dicha información será registrada y suministrada al director del proyecto quien evaluará si el contratista está alineado con los objetivos de alcance, tiempo, costo y calidad. De acuerdo a lo anterior, se realizará monitoreo constante al desempeño del proveedor y se determinará si es necesario generar alarmas para asegurar el cumplimiento del proveedor y que no se materialicen riesgos durante el proceso de adquisición.</p>

Performance Metrics

Domain	Metric Measurement
10%	Evaluación de capacidad de respuesta ante las solicitudes cotización de productos o servicios.
20%	Evaluación de proveedores de acuerdo a tarifas definidas.
50%	Medición del desempeño de proveedores, de acuerdo los tiempos de entrega de materiales y servicios.
10%	Desempeño de la logística de entrega de los productos adquiridos y servicios solicitados.
10%	Evaluación de documentación asociada al contrato u orden de compra.

3.2.10.1 Criterios de selección de proveedores.

A continuación se presenta la matriz de criterios de selección de los proveedores. Con la implementación de los criterios registrados se busca asegurar la selección de proveedores que se alienen al cumplimiento de los objetivos de alcance, tiempo, costo y calidad del proyecto.

SOURCE SELECTION CRITERIA

Project Title: Proyecto para la implementación de estaciones solares en zonas rurales no interconectadas

Date: 30 de Junio de 2018

Prepared: _____

	1	2	3	4	5
Criteria 1 Tiempo de respuesta a la solicitud de cotización.	Proveedor no atendió solicitud.	Respuesta a la solicitud 15 días después.	La cotización requerida se cumple de manera parcial.	La cotización se entrega una semana después de la solicitud.	La cotización se entrega en el plazo requerido.

Criterio 2 Tiempos de entrega de productos o servicios.	El proveedor no tiene claridad del tiempo de entrega.	El proveedor confirma entregas parciales semanalmente por un mes.	Se estima un plazo de entrega de 15 días hábiles.	Se estima un plazo de entrega de 8 días calendario.	Tiempo de entrega inferior a una semana.
Criterio 3 Definición de precio de producto, tarifa de servicio y forma de pago.	Proveedor ofrece productos de bajo costo y baja calidad	Proveedor ofrece productos de bajo costo sin documentos de calidad y garantía.	El proveedor homologa con productos de bajo costo con cumplimiento de requerimientos de calidad.	Oferta de productos según costos del proyecto con cumplimiento de requerimientos.	Oferta de productos con sobrecostos al proyecto y con cumplimiento de requerimientos de calidad.
Criterio 4 Documentos asociados a la adquisición y contratación de servicios.	El proveedor solo realiza emisión de cuenta de cobro.	El proveedor emite factura de producto y no entrega documentación técnica.	El proveedor no cuenta con certificados de producto y carta de garantía.	El proveedor entrega factura de venta, acta de liberación, certificado de conformidad y carta de garantía.	Se entregan los documentos para cierre financiero y dossier de documentación técnica y de calidad.
Criterio 5 Soporte técnico de los suministros.	No cuenta con soporte técnico.	Soporte técnico sobre determinados productos y servicios.	Soporte técnico solo en horario de oficina en días hábiles.	Soporte técnico todos los días de la semana en horario de oficina.	Soporte técnico todos los días de la semana en horario de oficina en distintas regiones del país.

	Weight	Candidate 1 Rating	Candidate 1 Score	Candidate 2 Rating	Candidate 2 Score	Candidate 3 Rating	Candidate 3 Score
Criterio 1	10%	4	0,4	5	0,5	3	0,3
Criterio 2	30%	4	1,2	4	1,2	3	0,9
Criterio 3	30%	4	1,2	4	1,2	3	0,9
Criterio 4	20%	4	0,8	5	1	4	0,8

Criteria 5	10%	2	0,2	3	0,3	1	0,1
Totals	100%	18	3,8	21	4,2	14	3

Tabla 35. Métricas de selección de proveedores

MÉTRICA	DESCRIPCIÓN	ESCALA DE MEDCICIÓN		CALIFICACIÓN	VALORACIÓN
		MARGEN	VALOR		
CUMPLIMIEN TO EN TIEMPOS DE ENTREGA	El proveedor de productos o servicios cumplió de acuerdo a lo establecido en la orden de compra o contrato.	Cumplimiento $\geq 90\%$	5	4	El proveedor cumple parcialmente con las entregas establecidas
		Cumplimiento $>75\%$ y <90	4		
		Cumplimiento $>50\%$ y <75	3		
CUMPLIMIEN TO COSTOS DE PROYECTO	Las negociaciones de productos o servicios se mantienen dentro del margen de costos del proyecto.	Cumplimiento $\geq 95\%$	5	5	La negociación de precios de producto o tarifas de servicios están dentro del margen de rentabilidad del proyecto, donde no hay impacto negativo.
		Cumplimiento $>75\%$ y <95	4		
		Cumplimiento $>50\%$ y <75	3		
		Cumplimiento $<50\%$	2		
CUMPLIMIEN TO REQUERIMIEN TOS DE CALIDAD	La adquisición del producto cumple con los requerimientos de calidad exigidos para dar cumplimiento a los objetivos del proyecto.	Carta de garantía	1	100	El proveedor cumple con el 100% de la documentación técnica exigida para el producto o servicio. De acuerdo a esto se asegura el cumplimiento del objetivo de calidad del proyecto.
		Certificado de conformidad	1		
		Manuales técnicos	1		
		Acta de entrega	1		

Fuente: Construcción del autor.

3.2.10.2 Criterios de evaluación de proveedores.

En la continuación se presentan los criterios de evaluación de proveedores, con los cuales se busca mantener proveedores que aseguren el cumplimiento de los bienes o servicios adquiridos.

Tabla 36. Métrica para evaluación de proveedores

Continuación *Tabla 36. Métrica para evaluación de proveedores*

MÉTRICA	DESCRIPCIÓN	ESCALA DE MEDCICIÓN		CALIFICACIÓN	VALORACIÓN
		MARGEN	VALOR		
CUMPLIMIEN	El proveedor de	Cumplimiento $\geq 90\%$	5	4	El proveedor

Continuación **Tabla 36. Métrica para evaluación de proveedores**

MÉTRICA	DESCRIPCIÓN	ESCALA DE MEDICIÓN		CALIFICACIÓN	VALORACIÓN
		MARGEN	VALOR		
TO EN TIEMPOS DE ENTREGA	productos o servicios cumplió de acuerdo a lo establecido en la orden de compra o contrato.	Cumplimiento >75% y <90	4		cumple parcialmente con las entregas establecidas
		Cumplimiento >50% y <75	3		
CUMPLIMIENTO A COSTOS DE PROYECTO	Las negociaciones de productos o servicios se mantienen dentro del margen de costos del proyecto.	Cumplimiento >=95%	5	5	La negociación de precios de producto o tarifas de servicios están dentro del margen de rentabilidad del proyecto, donde no hay impacto negativo.
		Cumplimiento >75% y <95	4		
		Cumplimiento >50% y <75	3		
		Cumplimiento <50%	2		
CUMPLIMIENTO A REQUERIMIENTOS DE CALIDAD	La adquisición del producto cumple con los requerimientos de calidad exigidos para dar cumplimiento a los objetivos del proyecto.	Carta de garantía	1	100	El proveedor cumple con el 100% de la documentación técnica exigida para el producto o servicio. De acuerdo a esto se asegura el cumplimiento del objetivo de calidad del proyecto.
		Certificado de conformidad	1		
		Manuales técnicos	1		
		Acta de entrega	1		

Fuente: Construcción del autor.

3.2.10.3 Selección y tipificación de contratos.

De acuerdo a los requerimientos del proyecto y la tipificación de los acuerdos contractuales, se considera que el plan de adquisiciones debe estar asociado a contratos de precio fijo cerrado (**FFP**), lo anterior teniendo en cuenta que las adquisiciones a realizar se pueden negociar desde el principio y así se pueden realizar contrataciones de suministro donde el precio no va a variar durante la ejecución del proyecto y así optimizar el presupuesto del proyecto. De acuerdo a lo anterior el gestor de adquisiciones es responsable por evaluar a los proveedores con quien se va

realizar la contratación, ya que se espera contar con proveedores que puedan respaldar toda la ejecución del proyecto asegurando el *stock* y la calidad de materiales requeridos.

Los criterios para establecer contratos de adquisición de materiales o servicios, se definen en función de los requerimientos de ingeniería, es decir que las adquisiciones están ligadas a los listados de materiales que emita el proceso de diseño, teniendo en cuenta que la información debe ser clara en cuanto a cantidades, referencias, fabricantes y especificaciones técnicas.

Por otro lado, el seguimiento y control a las adquisiciones debe ser riguroso, ya que un retraso en el suministro de los materiales puede impactar negativamente el proceso productivo y afectar e cronograma del proyecto. Es por esta razón que se decide que las negociaciones se realicen mediante contratos (*FFP*) y pólizas de seguro que respalden las compras.

Dentro del cronograma establecido para el proceso de adquisiciones, se tiene como prioridad, la adquisición de materiales para acondicionamiento de infraestructura y oficinas, posteriormente se da paso a la adquisición de materiales y dotación para proceder con la implementación y etapa productiva del proyecto. En la **Anexo DD. Cronograma de adquisiciones** se puede evidenciar el esquema de seguimiento y control de adquisiciones contemplado para el proceso.

3.2.11 Plan de sostenibilidad.

En el plan de gestión de sostenibilidad se establecen los criterios y estrategias para mitigar un impacto negativo al medio ambiente y asegurar la sostenibilidad del proyecto.

3.2.11.1 Resumen ejecutivo.

A partir de un análisis regional sobre zonas rurales no interconectadas a la red de energía eléctrica comercial y zonas rurales con deficiencias energéticas, se pretende emprender un proyecto que brinde una alternativa energética sostenible, es decir, la implementación de estaciones solares como suministro o respaldo de energía.

La implementación del proyecto en mención, busca generar un impacto positivo, ya que se espera mejorar la calidad de vida de los habitantes de zonas rurales que carecen de suministro de energía o presentan constantes fallas en su servicio. Adicionalmente, se busca fortalecer el uso de fuentes de energías alternativas o sostenibles que no impacten negativamente los ecosistemas y que aporten a la conservación del medio ambiente.

3.2.11.2 Análisis del entorno.

El análisis del entorno es una herramienta que nos facilita la identificación de qué condiciones pueden afectar o están afectando nuestro proyecto.

La implementación del proyecto se realizará en el municipio de Jerusalén - Cundinamarca, un lugar con una alta incidencia solar, y necesidades energéticas a nivel Veredal, en zonas donde no se cuenta con suministro de energía o en zonas donde se presentan constantes fallas en el fluido eléctrico convencional. En el **Anexo S. Análisis PESTLE del proyecto**, se puede observar el análisis del entorno del proyecto.

- ***Conclusiones resultados y recomendaciones***

En cuanto a la incidencia solar y la fácil instalación del sistema de paneles solares no se encuentra una afectación en la actualidad ni a futuro.

En cuanto al componente social se encuentra claramente la necesidad de satisfacer a la población del municipio con abastecimiento de energía eléctrica, pero pese a esta necesidad se puede presentar apatía por el uso de tecnología desconocidas a la población rural, dicha apatía se puede reducir considerablemente con charlas, capacitaciones y demostraciones de la efectividad del uso de esta fuente alternativa de energía.

En cuanto al componente político se puede presentar problemas con la normatividad vigente que se puede solventar con la estandarización de procesos acorde con la legislación actual.

La afectación económica se identificó por cambio o variaciones en las tasas de cambio a lo que se recomendaría realizar adquisiciones anticipadas para evitar sobre costos y pérdidas en instalaciones ya contratadas.

En el componente económico se puede identificar la adquisición por diferentes motivos de insumos de baja calidad que afectarían y potencializarían sobre los tiempos y los costos de ejecución y por ende la calidad del producto.

3.2.11.3 Análisis de impactos.

El análisis del ciclo de vida está determinado por las fases del proyecto:

- **Caso de Negocio:** durante esta etapa del proyecto se realizarán los estudios de población, de mercado, de factibilidad, de viabilidad financiera, incidencia solar en la zona de instalación y consumo de energía. Lo anterior para determinar las características del producto y la población objeto del proyecto.

- **Diseño:** Se contemplan todos los diseños eléctricos y mecánicos para la producción e instalación de las estaciones solares. Adicionalmente se desarrollará la información técnica para el manejo del producto.
- **Construcción:** En esta fase se realiza la integración del producto de acuerdo a las especificaciones técnicas emitidas por ingeniería y en concordancia con la legislación técnica aplicable.
- **Montaje y puesta en marcha:** En esta fase se realizará la instalación y puesta en marcha de las estaciones solares.

¿Cuáles son los impactos ambientales, sociales y económicos que se derivan del uso de las materias primas/insumos/equipos seleccionados para el proyecto?

Conforme al tipo de actividades se describen las entradas para poder realizar los entregables, identificando el consumo de energía en: equipos de cómputo, impresoras, iluminación, servicios públicos. Adicionalmente se tiene en cuenta el consumo de materiales como son el papel y el tóner de impresora. También se identifica el consumo del agua potable o aguas residuales debido al uso de baños y cocinas.

Los traslados y ubicación de materiales y herramientas generan un impacto por consumo de combustible fósil con emisiones de 0,231 TON CO₂ equivalente.

Por lo anterior, para mitigar el impacto de la actividad del proyecto se tiene en cuenta las siguientes acciones:

- Instalación de puntos ecológicos en sus oficinas y bodegas.
- Clasificación de materiales.
- Comunicaciones través de medios magnéticos.
- Impresiones en papel reciclado.

- Equipos de cómputo ahorradores.
- Capacitaciones.

¿Cuáles son los impactos ambientales y sociales asociados al uso del producto que se deriva del proyecto?

Al realizar la instalación del producto derivado del proyecto, se tienen los siguientes impactos asociados:

Tabla 37. Impactos ambientales y sociales

IMPACTOS AMBIENTALES	IMPACTOS SOCIALES
Disminución de la emisión de CO ₂ por consumo de energía eléctrica convencional.	Bajos costos por consumo de energía.
Uso de fuentes de energía renovables.	Mejora en la calidad de vida de la población objeto de implementación por bajos costos por consumo de energía.
Optimización del uso de recursos naturales garantizando la sostenibilidad del medio ambiente.	Suministro de energía constante en zonas rurales no interconectadas o con frecuentes falla en el suministro de energía convencional.

Fuente: Construcción del autor.

¿Cuál es la vida útil estimada del producto seleccionado?

La vida útil de las estaciones solares está definida entre 15 y 20 años, teniendo en cuenta la calidad los equipos instalados. Dicho ciclo de vida está basado en mantenimientos preventivos que mitiguen el riesgo de falla de las etapas que componen el sistema.

¿Cómo se realiza la disposición final de los productos/equipos? ¿Cuáles son los impactos generados por su disposición final? ¿Existen datos sobre el porcentaje del producto que es reutilizado o reciclado?

Para el caso de las estaciones base, se establecerá un programa que oriente a los usuarios para realizar la disposición final de los productos o equipos derivados del proyecto. En este caso, se

realizará la recepción de los productos o equipos dados de baja para ser entregados a organizaciones que realicen labores de destrucción o reutilización controlada de los residuos.

3.2.11.4 Flujo de entradas y salidas.

En el *Anexo T. Diagrama de flujo de entradas y salidas*, se definen los recursos materiales requeridos para ejecutar las actividades en cada una de las fases del ciclo de vida del proyecto.

3.2.11.5 Calculo de huella de carbono.

Por medio de la huella de carbono se identifica la cantidad de emisiones GEI⁵ liberadas a la atmosfera como consecuencia del desarrollo de actividades domésticas, agrícolas o industriales y se expresan en toneladas de CO₂ equivalente. Debido a que generalmente no se encuentran mediciones, las emisiones deben estimarse multiplicando el consumo del recurso por factores de emisión específicos.

A continuación se presentan los cálculos determinados para las emisiones que se generan por efecto de las adecuaciones y uso de recursos para la implementación del proyecto.

En el **Anexo U. Cálculos de huella de carbono**, se muestran los cálculos de huella de carbono relacionados al ciclo de vida del proyecto. De acuerdo a lo evidenciado, los procesos que generan mayor cantidad de huella de Carbono son la fase de caso de negocio y la fase de puesta en marcha, debido a que la fase de caso de negocio se centra en el trabajo de investigación y desarrollo de estudios de factibilidad para la viabilidad de la implementación del proyecto. Por otro lado, estas fases, el consumo combustible es el mayor generador de emisiones, por la movilización a las zonas de implementación del proyecto.

La utilidad del resultado de este indicador, es conocer la incidencia de los impactos en el ciclo de vida de un proyecto, esto con el fin de establecer cuáles son los procesos que mayor cantidad

⁵ GEI: Gases de Efecto Invernadero.

de emisiones generan, para establecer las políticas y estrategias que permitan mitigar o disminuir el impacto de dichos procesos al medio ambiente.

Debido a que el consumo de la energía eléctrica es permanente en el proyecto, se establecerán políticas de uso eficiente de energía, así como la implementación de tecnologías que aporten a la disminución de consumo de energía.

El uso del papel también es una actividad con incidencia permanente en el proyecto, por lo cual, se establecerán políticas de uso responsable del papel y adquisición de papel ecológico, el cual posee certificación en papel procedente de fuentes responsables - FSC C102847.

3.2.11.6 Matriz P5.

En la matriz P5, se realiza la valoración de los criterios de sostenibilidad que determinan los procesos del proyecto en cada una de las fases del ciclo de vida como se describe en el *Análisis de sostenibilidad usando los criterios de la matriz P5 del PGM* del numeral 2.4.6. De acuerdo a lo anterior en el **Anexo V. Matriz P5 del GPM**, se presenta la matriz de acuerdo a los ciclo de vida del proyecto.

3.2.12 Plan de HSE.

Desde el plan de gestión HSE, se realiza la planificación, gestión, control y seguimiento a los requisitos de cumplimiento respecto a la normatividad vigente que debe cumplir el proyecto durante su ejecución. De acuerdo a lo anterior, dentro del plan se establecen políticas y programas de vigilancia que promueven la seguridad y salud en el trabajo.

3.2.12.1 Objetivo HSE.

Asegurar el bienestar del equipo de proyecto, brindando la información de seguridad y salud en el trabajo a todos los involucrados del proyecto, es decir, personal interno o externo.

3.2.12.2 Alcance.

Establecer el direccionamiento estratégico acorde a la identificación de peligros, valoración de riesgos y determinación de controles, diagnóstico de salud, requisitos legales y otros requisitos del proyecto, para asegurar el cumplimiento de la normatividad y garantizar la integridad del equipo de proyecto y demás involucrados.

3.2.12.3 Política de seguridad y salud en el trabajo.

Debido a que el capital humano es el pilar de la ejecución del proyecto, se debe proveer y mantener un ambiente laboral seguro, saludable y agradable. De acuerdo a lo anterior, el plan de gestión HSE se basará en los principales factores de riesgo identificados para la operación del proyecto los cuales son: Riesgo mecánico, riesgo físico y riesgo biomecánico. Para ello, se implementaran programas de gestión y vigilancia epidemiológica.

3.2.12.4 Programas de vigilancia epidemiológica.

Para la prevención de accidentes de trabajo, enfermedades laborales y para actividades de promoción y prevención en salud se han definido los siguientes programas:

- Programa de gestión para riesgo mecánico.

- Programa de vigilancia epidemiológica para riesgo biomecánico.
- Programa de vigilancia epidemiológica para la conservación auditiva.
- Programa de seguridad, promoción y prevención en salud.
- Programa riesgo psicosocial.
- Programa de orden y aseo.
- Programa de seguridad basado en el comportamiento.

3.2.12.5 Normatividad aplicable en seguridad y salud en el trabajo.

En el **Anexo W. Normatividad de seguridad y salud en el trabajo aplicable al proyecto.**, se muestra la normatividad aplicable al proyecto en cuanto a requisitos de seguridad y salud en el trabajo, para asegurar una óptima ejecución del proyecto.

4 Conclusiones y recomendaciones.

- De acuerdo a la información obtenida se evidenció que Colombia tiene zonas con una alta incidencia solar, razón la cual se considera que la energía solar fotovoltaica es una óptima alternativa para sectores con deficiencias energéticas.
- La implementación de energías renovables contribuye a la disminución de la huella de carbono generada por la distribución de energías convencionales las cuales funcionan en su mayoría por combustibles fósiles.
- Con la implementación de energías y tecnologías renovables se está contribuyendo a la conservación del medio ambiente y se está promoviendo el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.
- De acuerdo a la información obtenida durante la investigación se confirmó que desarrollar e implementar soluciones energéticas con fuentes de energía alternativas permite acceder a alivios tributarios sobre los impuestos asociados a los componentes requeridos para las aplicaciones energéticas renovables.

5 Referencias bibliográficas

- Alcaldía de Jerusalén - Cundinamarca. (15 de 02 de 2.018). *Sitio oficial Jerusalén en Cundinamarca*. Obtenido de <http://www.jerusalen-cundinamarca.gov.co>
- CAR. (2013). *Guía metodológica para el cálculo de la huella de carbono corporativa a nivel sectorial*. Bogotá DC: CAR.
- CORADIR. (Febrero de 2018). *CORADIR*. Obtenido de CORADIR: <https://www.coradir.com.ar/>
- Dinero. (28 de Noviembre de 2017). *Superservicios busca impulsar proyectos de energía renovable en el país*. Obtenido de Dinero: <http://www.dinero.com/pais/articulo/superservicios-impulsa-proyectos-de-energia-renovable/252865>
- EL TIEMPO. (17 de Enero de 2018). *EL TIEMPO - Medio ambiente*. Obtenido de <http://www.eltiempo.com/vida/medio-ambiente/los-costos-de-la-energia-solar-seran-mas-bajos-que-combustibles-fosiles-172082>
- Ministerio de minas y energía. (2013). *Reglamento técnico de instalaciones eléctricas*. Bogotá DC: Ministerio de minas y energía.
- Portafolio. (05 de Diciembre de 2016). *Portafolio innovaciones*. Obtenido de Portafolio: <http://www.portafolio.co/innovacion/energias-renovables-en-colombia-502061>
- Redacción El Tiempo. (5 de Junio de 2015). *EL TIEMPO*. Obtenido de EL TIEMPO: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-15901037>
- Senado de la república. (31 de Julio de 2018). *Avance jurídico casa editorial*. Obtenido de Avance jurídico casa editorial: http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1715_2014.html
- UPME. (2015). *PLAN ENERGÉTICO NACIONAL*. Bogotá DC: UPME.

Anexo A. Matriz de involucrados

MATRIZ DE INVOLUCRADOS				
INVOLUCRADOS	PROBLEMAS	INTERESES	RECURSOS	ROL
Gerente del proyecto	Riesgo en el desarrollo del proyecto por gestión inadecuada de las competencias de desempeño (Inicio, planificación ejecución, monitoreo y control y cierre.	Desarrollar un modelo de gestión del proyecto para cumplir con el alcance del mismo.	Conocimientos en la gestión de proyectos.	Dirección y gestión de cada una de las etapas del proyecto garantizando el cumplimiento de cada uno de los entregables.
Inversionistas	a.) Proyecto financieramente irrealizable. b.) Baja rentabilidad. c.) Producto no aceptado en el mercado.	Desarrollo del producto durante el tiempo presupuestado con bajos costos de implementación y márgenes de rentabilidad sostenibles.	Asignación de presupuesto para el desarrollo del proyecto.	Disponer el recurso necesario para la ejecución del proyecto y realizar seguimiento a los avances del proyecto.
Personal Ejecutante	a.) Desconocimiento del alcance del proyecto. b.) Tiempos excesivos de ejecución. c.) Bajo compromiso con desarrollo de las tareas planteadas.	Alcanzar el objetivo general del proyecto de acuerdo a las actividades y tareas asignadas según los procesos establecidos.	Disponibilidad de recurso humano, técnico, infraestructura y materiales para cumplir con el objetivo del proyecto.	Ejecutar el proyecto de acuerdo a la planeación y las etapas de cumplimiento para concluir a satisfacción del proyecto
Población zona rurales	a.) Cortes frecuentes de energía. b.) Daños en componentes eléctricos. c.) Habitantes en zonas no interconectadas. d.) Altos costos por consumo de energía eléctrica de la red comercial.	Disfrutar de un suministro de energía constante y de bajo costo.	Recursos financieros para disponer de la solución de energía alternativa a través de paneles solares.	Cliente final quien evalúa la efectividad del producto suministrado.
Proveedores	a.) Disponibilidad de materiales. b.) Precios de mano de obra o materiales muy altos. c.) Baja calidad de materiales o servicios. d.) Condiciones de pago.	Realizar el suministro de productos o servicios de acuerdo a las especificaciones con óptimos precios y adecuados tiempos de entrega.	Disponibilidad para suministro de materiales o prestación de servicios.	Encargado de suministrar todos los productos y servicios requeridos para la ejecución del proyecto.

Entes de regulación y entes gubernamentales	a.) Otorgar los permisos requeridos para la ejecución del proyecto. b.) Auditorias al proceso de ejecución del proyecto. c.) Establecer las normas y especificaciones que se deben cumplir con el producto en desarrollo.	Rechazo de permisos, licencias o certificaciones de producto por falta de requisitos de cumplimiento.	Personal encargado de auditar procesos y productos para determinar el cumplimiento de la normatividad vigente.	Entes de certificación de regulación y certificación de procesos y productos.
--	---	---	--	---

Fuente: Construcción del autor.

Anexo B. Registro y análisis de involucrados

IDENTIFICACIÓN			EVALUACIÓN				CLASIFICACIÓN	
NOMBRE	EMPRESA Y PUESTO	ROL	REQUERIMIENTOS PRIMORDIALES	ESPECTATIVAS PRINCIPALES	INFLUENCIA POTENCIAL	FASE DE MAYOR INTERÉS	INTERNO/ EXTERNO	APOYO/NEUTRAL/ OPOSITOR
Iván Gutiérrez	Gerente	<i>Sponsor</i>	Cumplir con la entrega del proyecto	cumplir con alcance del proyecto	Alta	todo	interno	Apoyo
Henry Castiblanco	Director de proyecto	Director de proyecto	Gestión y ejecución del proyecto	cumplir con alcance del proyecto	Alta	todo	interno	Apoyo
Ernesto Rodríguez	Diseñador	Diseñador Eléctrico	Diseño de producto	cumplir con necesidad del cliente	Media	Planeación	interno	Apoyo
Juan Lozano	Diseñador	Diseñador Mecánico	Diseño de producto	cumplir con necesidad del cliente	Media	Planeación	interno	Apoyo
Julia Cardozo	Jefe de compras	Adquisiciones	Requisiciones de Diseño	Cumplir con compras	Alta	Planeación	interno	Apoyo
Valentina Gutiérrez	Jefe de gestión humana	Gestor de recursos humanos	Gestión de personal	Selección adecuada de personal	Alta	Planeación	interno	Apoyo
Gloria Lotero	Jefe financiero	Gestor de costos y presupuesto	Administración de recurso financiero	Seguimiento a los costos del proyecto	Alta	Monitoreo y control	interno	Apoyo
Fabio Medina	Jefe de ensamble y montaje	Gestor de ensamble y montaje	Supervisión ensamble de producto	Cumplir tiempo de entrega	Alta	Ejecución	Externo	Apoyo
Equipo de producción	Técnicos de ensamble y montaje	Ensamble de producto	suministro materia prima	Cumplir tiempo de entrega	Alta	Ejecución	Externo	Apoyo
-----	N.A.	Cliente final	Solución energética	Cumplir requerimientos técnicos	Alta	Ejecución	Externo	Apoyo
-----	Ente certificador	Auditoria	Certificación producto	Cumplir requisitos legales	Alta	Monitoreo y control	Externo	Neutral
Gustavo Rojas	Cámara comercio	Cámara de comercio	matricula mercantil	Cumplir requisitos legales	Alta	inicio	Externo	Neutral

Fuente: Construcción del autor.

Anexo C. Documentación de requerimientos

REQUIREMENTS DOCUMENTATION**Project Title:** Proyecto para la implementación de estaciones solares en zonas rurales no interconectadas.**Date Prepared:** 30 de Junio de 2018

ID	Requirement	Stakeholder	Category	Priority	Acceptance Criteria	Validation Method
RD-01	Acta de constitución del proyecto.	Cliente y equipo de proyecto.	Requisitos de organización	5	Levantar acta de constitución para alinear el alcance, tiempo, costo y los objetivos según las expectativas de los interesados del proyecto.	El Sponsor del proyecto realiza una evaluación financiera, evalúa el alcance y los recuses, para emitir la aprobación del inicio del proyecto.
RD-02	Registro de interesados.	Director de proyecto.	Requisitos de organización	5	Identificar todos los interesados potenciales del proyecto. Analizar el interés, las expectativas y su influencia en el desarrollo del proyecto.	Se debe asegurar que el registro de interesados incluya información de identificación, información de evaluación y clasificación de los interesados del proyecto.
RD-03	Reporte de necesidad de carga en sitio de instalación o Factura de	Equipo de proyecto.	Requisitos del proyecto	5	Análisis de cargas para realizar la selección de equipos y tecnología que se usará en las estaciones solares.	Se realizará la evaluación técnica basada en el reporte de necesidad de carga en sitio de instalación o se evaluará el consumo según la factura de energía del sitio de instalación.

	Energía.					
RD-04	Registro de incidencia solar en la zona de instalación de las estaciones solares.	Área de diseño. (ingeniería)	Requisitos del proyecto	5	Evaluación de la radiación solar según esquemas de energía irradiada del Atlas de radiación solar colombiano. Dicha herramienta emitida por la UPME.	Se realizan cálculos eléctricos en función de la incidencia solar en la zona, para determinar la cantidad de paneles solares a instalar, la capacidad del regulador de carga, las baterías de almacenamiento y el modulo inversor para el uso final de la energía recolectada.
RD-05	Protocolo pruebas FAT	Proceso de ensamble	Requisitos calidad	5	La aceptación del producto se determina a partir del cumplimiento de las especificaciones técnicas definidas, la normatividad técnica aplicable, las verificaciones y pruebas funcionales. De esta manera se garantiza la completa operatividad eléctrica del sistema.	Con base a diseños eléctricos y mecánicos, se realizan inspecciones mecánicas, verificación de equipos y pruebas funcionales, donde con mediciones de magnitudes eléctricas se determina la funcionalidad del sistema. Adicionalmente se verifica que la documentación asociada concuerde al 100% con el producto a liberar.
RD-06	Check list de instalación y puesta en marcha.	Proceso de montaje	Requisitos de producto	5	Montaje de producto de acuerdo a las características de instalación definidas por el proceso de ingeniería y condiciones de instalación en sitio. En este caso, se debe	Posterior a la instalación se debe realizar inspecciones, pruebas funcionales y seguimiento a la operatividad eléctrica del sistema, lo anterior según los lineamientos del

					entregar al usuario final un producto que cubra sus expectativas energéticas.	Check List definido para la instalación y puesta en marcha.
RD-07	Evaluación de costos del proyecto.	Sponsor y Equipo de proyecto	Requisitos de proyecto	4	Se debe realizar la evaluación de los costos en función de tres variables costos directos, indirectos y mano de obra.	La evaluación de los costos se realiza a partir de los registros de costos obtenidos por el área financiera, el registro de tiempos. Reflejando los resultados en indicadores de desempeño del costo, para determinar cuál fue el impacto en costo arrojado por el proyecto.
RD-08	Acta de cierre de fase o proyecto.	Sponsor y Equipo de proyecto	Requisitos de proyecto	5	Se debe generar acta de cierre de proyecto o fase, donde se pueda registrar el desempeño en alcance, tiempo, costo y calidad del proyecto o fase finalizada.	Finalizado el proyecto o fase se debe validar el cumplimiento de los entregables, los cuales deben evaluarse a partir del desempeño obtenido. Para el caso de la triple restricción se debe realizar seguimiento a la curva de desempeño de cada fase cual se espera coincida la línea base según corresponda.

Fuente: Construcción del autor.

Anexo D. Análisis multicriterio - Método *Scoring***Método scoring****1. Identificación del problema**

selección del proyecto

2. Alternativas

a. Energías Alternativas

b. Escuela de fútbol

c. **Call center****3. Criterios**

Afinidad por la profesión de los integrantes

Consecución ágil de la información

Campo laboral

4. Ponderación

<i>Criterios</i>	<i>Ponderación</i>	<i>a. Energías alternativas</i>	<i>b. Escuela de fútbol</i>	<i>c. Call Center</i>
Afinidad por la profesión de los integrantes	40%	7	3	3
Consecución ágil de la información	30%	8	8	6
Campo laboral	30%	8	2	2
Total	100%	7,6	4,2	3,6

Fuente: Construcción del autor.

Anexo E. Análisis de alternativas

Proyecto grado	Implementación	a.	Energía Solar
		b.	Energía Eólica
		c.	Convencional
	Impac. Amb	a.	Energía Solar
		b.	Energía Eólica
		c.	Convencional
	Costo	a.	Energía Solar
		b.	Energía Eólica
		c.	Convencional

Criterios	Implementación	Impac. Amb	Costo
Implementación	1	3	7
Impac. Amb	1/3	1	5
Costo	1/7	1/5	1
Total	1,48	4,20	13,00

Implementación	a	b	c
a	1	5	7
b	1/5	1	3
c	1/7	1/3	1
Total	1,34	6,33	11,00

Criterios	Implementación	Impac. Amb	Costo	V. Prioridad
Implementación	0,677	0,714	0,538	0,643
Impac. Amb	0,226	0,238	0,385	0,283
Costo	0,097	0,048	0,077	0,074

Implementación	a	b	c	V. Prioridad
a	0,745	0,789	0,636	0,724
b	0,149	0,158	0,273	0,193
c	0,106	0,053	0,091	0,083

n. max	IC	IA	RC
2,008	0,0483629	0,66	0,07327712
0,866			
0,222			
3,097			

n. max	IC	IA	RC
2,273	0,05573185	0,66	0,0844422
0,588			
0,251			
3,111			

Impacto Amb	a	b	c
a	1	3	7
b	1/3	1	5
c	1/7	1/5	1
Total	1,48	4,20	13,00

Costo	a	b	c
a	1	5	9
b	1/5	1	3
c	1/9	1/3	1
Total	1,31	6,33	13,00

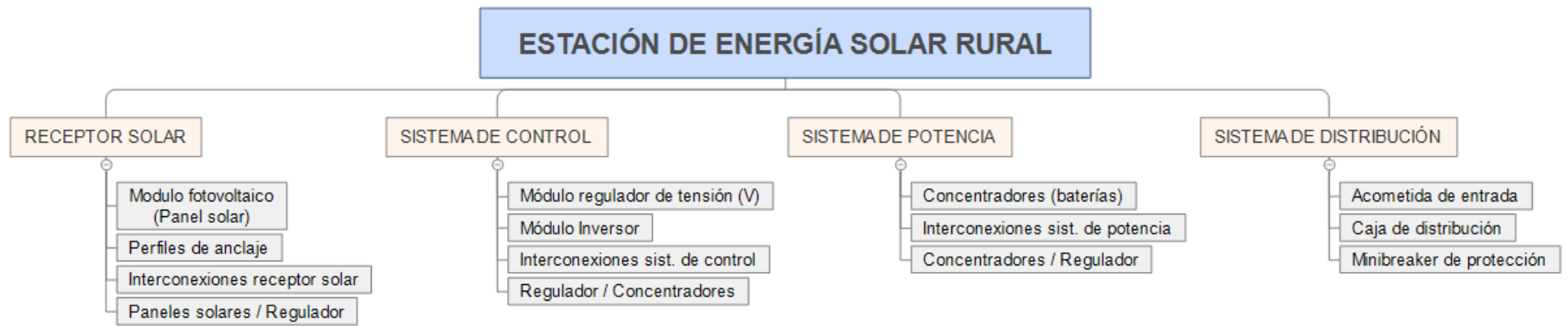
Alternativa A	70,27%
Alternativa B	21,8%
Alternativa C	7,97%

Impacto Amb	a	b	c	V. Priori dad	n. max	IC	IA	RC
a	0,677	0,714	0,538	0,643	2,008	0,0483629	0,66	0,07327712
b	0,226	0,238	0,385	0,283	0,866			
c	0,097	0,048	0,077	0,074	0,222			
					3,097			

Costo	a	b	c	V. Priori dad	n. max	IC	IA	RC
a	0,763	0,789	0,692	0,748	2,293	0,02605427	0,66	0,03947617
b	0,153	0,158	0,231	0,180	0,544			
c	0,085	0,053	0,077	0,071	0,215			
					3,052			

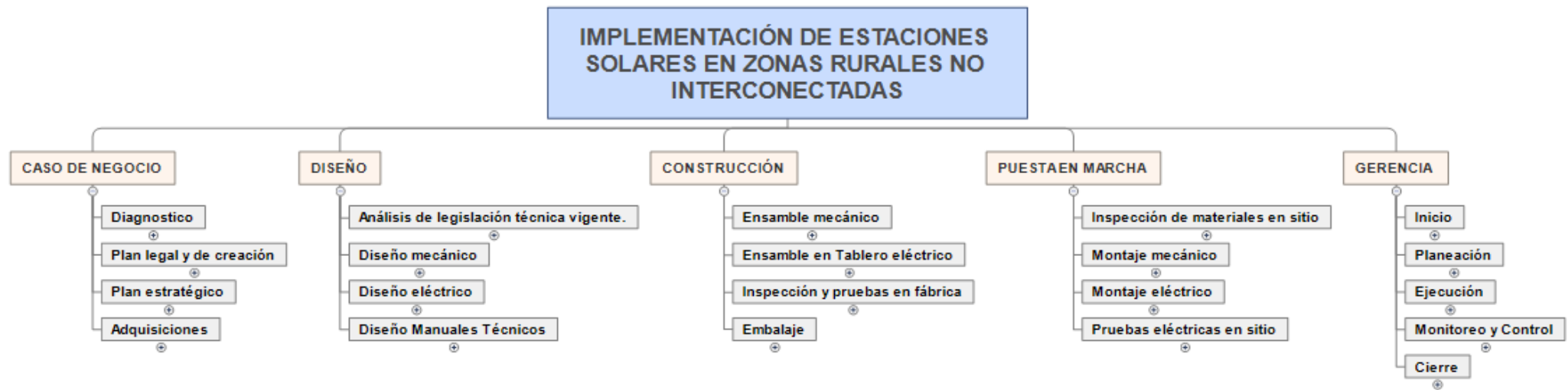
Fuente: Construcción del autor.

Anexo F. Estructura desagregación del producto (EDP)



Fuente: Construcción del autor.

Anexo G. Estructura desagregación del trabajo (EDT)



Fuente: Construcción del autor.

*Anexo H. Project Charter***PROJECT CHARTER****Project Title:** Implementación de estaciones solares en zonas rurales no interconectadas**Project Sponsor:** Edgar Velasco**Date Prepared:** 30 de junio de 2018**Project Manager:** Ivan Gutiérrez**Project Customer:** Henry Castiblanco**Project Purpose or Justification:**

Suplir la necesidad del servicio de energía, a través de fuentes de energía alternativas en zonas rurales expuestas a cortes frecuentes de energía o áreas no interconectadas.

Project Description:

- 1 IMPLEMENTACIÓN DE ESTACIONES SOLARES EN ZONAS RURALES NO INTERCONECTADAS
- 1.1 CASO DE NEGOCIO
 - 1.1.1 Diagnóstico
 - 1.1.2 Plan legal y de creación
 - 1.1.3 Plan estratégico
 - 1.1.4 Adquisiciones
- 1.2 DISEÑO
 - 1.2.1 Análisis de legislación técnica vigente.
 - 1.2.2 Diseño mecánico
 - 1.2.3 Diseño eléctrico
 - 1.2.4 Diseño Manuales Técnicos
- 1.3 CONSTRUCCIÓN
 - 1.3.1 Ensamble mecánico
 - 1.3.2 Ensamble en Tablero eléctrico
 - 1.3.3 Inspección y pruebas en fábrica
 - 1.3.4 Embalaje
- 1.4 PUESTA EN MARCHA
 - 1.4.1 Inspección de materiales en sitio
 - 1.4.2 Montaje mecánico
 - 1.4.3 Montaje eléctrico
 - 1.4.4 Pruebas eléctricas en sitio
- 1.5 GERENCIA
 - 1.5.1 Inicio
 - 1.5.2 Planeación
 - 1.5.3 Ejecución

1.5.4 Monitoreo y Control

1.5.5 Cierre

High-Level Requirements:

- **Requerimientos de proyecto:**

- Se debe asegurar el cumplimiento del presupuesto (\$157,64) de acuerdo a las actividades contempladas y recursos estimados.
- Se requiere realizar estudios de mercadeo, poblacionales, factibilidad, y análisis de consumo de energía en la zona de instalación de los paneles solares antes de la ejecución del proyecto.
- La implantación del Proyecto se ejecutará en zonas rurales donde el servicio de energía eléctrica sea deficiente o no exista suministro de energía.

- **Requerimientos de producto:**

- Todo el material eléctrico a instalar en las estaciones solares deben contar con certificado de conformidad de acuerdo a lo exigido en el reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE. (Ministerio de minas y energía, 2013)
- Se deben generar manuales técnicos de operación y mantenimiento de las estaciones solares.
- Todas las estaciones solares ensambladas en fábrica deben ser sometidas a pruebas funcionales antes de su despacho al sitio de instalación.

- **Requerimientos de la organización:**

- Impulsar el uso de sistemas de energía fotovoltaica y posicionar la organización en el mercado apuntando a generar una rentabilidad ascendente durante el ciclo de vida la organización.
- Ejecutar tareas con altos estándares de calidad, con el objetivo constante de satisfacer las necesidades del cliente.
- Asegurar el cumplimiento de las normas de seguridad y salud en el trabajo para mitigar el riesgo de sufrir accidentes o padecer enfermedad laboral.

High-Level Risks:

- Económicos: Carencia de recursos financieros, variación de precios de insumos, variaciones en las tasas de cambio.
- Técnicos: Errores de diseños, baja calidad de insumos, modificaciones de la normatividad aplicable.
- Externos: Apatía a las energías renovables, baja incidencia solar.
- Internos: mal manejo de recursos disponibles bajo rendimiento de personal técnico.
- Implementación: Desviación del alcance y mala estimación de costos y de tiempos.

<u>Project Objectives</u>	<u>Success Criteria</u>	<u>Person Approving</u>
----------------------------------	--------------------------------	--------------------------------

Scope:

Implementación de estación de energía solar como alternativa para zonas no interconectadas.	Entrega de infraestructura administrativa y operativa	Gerente de Proyecto.
---	---	----------------------

Time:

La ejecución del proyecto tiene contemplada una duración de 1.543,93 horas.	Ejecución de actividades y tareas de acuerdo a los tiempos establecidos en la programación.	Gerente de Proyecto.
---	---	----------------------

Cost:

El costo total para la ejecución del proyecto es de \$ 157.644.007,89	Realizar el seguimiento del presupuesto asignado mediante costos reales, respecto a los costos planificados.	Gerente de Proyecto.
---	--	----------------------

Quality:

Guía para la gestión de proyectos 10006-2017 RETIE	Seguimiento a los procesos del proyecto, para cumplimiento a especificaciones y normatividad vigente.	Gerente de Proyecto.
---	---	----------------------

Other:

Manejo de publicidad	Promoción de producto a través de página Web.	Inversionistas. Gerente de proyecto.
----------------------	---	---

<i>Summary Milestones</i>	<i>Due date</i>
Caso de negocio	2/01/18 - 17/09/18
Diseño	24/05/18 - 05/07/18

<i>Summary Milestones</i>	<i>Due date</i>
Construcción	5/07/18 - 12/07/18
Puesta en marcha	17/09/18 - 8/09/18
Gerencia	02/01/18 - 8/09/18

Estimated Budget:

<i>Summary Milestones</i>	<i>Cost</i>
Caso de negocio	\$98.126.848,14
Diseño	\$3.504.140,74
Construcción	\$386.897,38
Puesta en marcha	\$51.992,47
Gerencia	\$55.574.128,94
Reserva de contingencia	\$7.882.200,38
Reserva de administración	\$16.928.200,21
Estimación total de costos	\$182.454.408,25

Stakeholder(s)	Role
Empleados	Proponer mejoras sobre los espacios e infraestructura actualmente existentes
Gerente	Ordenar, aprobar o modificar el proyecto.
Director de proyecto	Planificar, gestionar, controlar y realizar seguimiento a la ejecución del proyecto.
Clientes	Satisfacer las necesidades de carga en las zonas rurales del municipio de Jerusalén – Cundinamarca.

Project Manager Authority Level**Stakeholder Decision:**

De acuerdo a los perfiles de cargo, realizar seguimiento y autorizar la contratación de personal.

Adicionalmente debe realizar seguimiento y control a las actividades asignadas al equipo de proyecto para asegurar la evolución del proyecto.

Budget Management and Variance:

Solicitar ajustes de presupuesto.
 Aprobar uso de recursos de presupuesto.
 Realizar el análisis de costos, para validar el desempeño de costos proyectados respecto a los costos realmente ejecutados.

Technical Decisions:

Verificar estudios.
 Aprobar adquisiciones.
 Aprobar diseños.
 Asegurar el cumplimiento de la línea base de alcance.

Conflict Resolution:

Formar un comité de resolución de conflictos.
 Reunir información asociada al conflicto.
 Tomar acciones para mitigar eventos que impacten negativamente el proyecto.
 Disponibilidad de recursos.

Approvals:

<i>Project Manager Signature</i>	<i>Sponsor or Originator Signature</i>
<i>Project Manager Name</i>	<i>Sponsor or Originator Name</i>
Date	Date

Anexo I. *Project scope statement***PROJECT SCOPE STATEMENT**

Project title: Proyecto para la implementación de estaciones solares en zonas rurales no interconectadas.

Date prepared: 30 - 06 – 2018

Product Scope Description

Las estaciones solares están compuestas por; Paneles solares, los cuales se encargan de captar la energía solar incidente y generar corriente eléctrica. Por otro lado, se tienen los acumuladores de carga o banco de baterías, los cuales realizan la acumulación de carga para cuando sea requerida por el usuario, esto debido a que la necesidad de carga no siempre coincide con la captación de la incidencia solar. Adicionalmente el sistema cuenta con un dispositivo controlador o regulador, encargado de controlar el proceso de carga y descarga de las baterías, nivelando así la carga en las baterías. Por último, se tiene el módulo inversor, que se encarga de transformar la tensión generada en los paneles a las condiciones de tensión requeridas por el usuario, generalmente 120 VAC /60 Hz.

Project Deliverables

Los entregables del proyecto, están definidos en función de la estructura EDT.

- **Caso de negocio.**
 - Diagnóstico.
 - Plan legal y de creación.
 - Plan estratégico.
 - Adquisiciones.
- **Diseño.**

- Análisis de legislación técnica vigente.
- Diseño mecánico.
- Diseño eléctrico.
- Diseño de manuales técnicos.
- **Construcción.**
 - Ensamble mecánico.
 - Ensamble en tablero eléctrico.
 - Inspección y pruebas en fábrica.
 - Embalaje.
- **Puesta en marcha.**
 - Inspección de materiales en sitio.
 - Montaje mecánico.
 - Montaje eléctrico.
 - Pruebas eléctricas en sitio.
 - Infraestructura.
 - Recursos financieros.
 - Compra de materiales.
- **Gerencia de proyectos.**
 - Inicio.
 - Planeación.
 - Ejecución.
 - Monitoreo y control.

- Cierre.

Project Acceptance Criteria

Durante el desarrollo del proyecto se realizará monitoreo y control en cada uno de los procesos que intervendrán en cada una de las fases. En este caso, se realizará el diligenciamiento de formatos de registro donde se lleve el control de actividades ejecutadas, tiempo de ejecución y análisis de presupuesto para identificar posibles variaciones que puedan afectar el desarrollo del proyecto.

El control de calidad está definido por la verificación del producto ensamblado de acuerdo a las especificaciones técnicas y la ingeniería emitida por el proceso de diseño. Las verificaciones se realizarán por medio de pruebas funcionales en fábrica donde se comprueba la completa operatividad de las estaciones solares, dando cumplimiento a las necesidades y especificaciones de los *Stakeholders*. Adicionalmente se contemplan las certificaciones de producto para dar cumplimiento a la normatividad vigente para instalaciones eléctricas.

Project Exclusions

De acuerdo al alcance del proyecto se tienen distintas exclusiones.

- No se tienen contempladas otras fuentes de energía alternativa.
- El proyecto aún no está contemplado para zonas urbanas.
- No se tiene monitoreo remoto para la estación solar.
- Las estaciones solares aún no están contempladas para uso industrial.

Project Constraints

- **Cronograma del proyecto:** En este caso, se tiene restricción respecto al cronograma ya que una variación, puede representar un sobrecosto por aumento de recurso para la ejecución del proyecto en menos tiempo o un sobrecosto por rebasar el tiempo de ejecución definido.
- **Control de Calidad:** Se debe realizar control de calidad en cada uno de los procesos de ejecución del proyecto con el fin de determinar si se requieren cambios que afecten el desarrollo del proyecto.
- **Adquisición de materiales:** Los materiales adquiridos deben contar con los certificados de conformidad del producto, de acuerdo a los criterios de aceptación del reglamento de instalaciones eléctricas.

Project Assumptions

- Se cuenta con los estudios requeridos para la ejecución del proyecto.
- El presupuesto estimado está alineado al cronograma.
- El grupo de trabajo cuenta con la experiencia y conocimientos técnicos requeridos.
- La infraestructura cuenta con las condiciones necesarias para la ejecución del proyecto.

Anexo J. Diccionario WBS

Work Package Name: Implementación de estaciones solares en zonas rurales no interconectadas	Code of Account: 30 de junio de 2018
<p>Description of Work:</p> <p>Se busca implementar un sistema de energía renovable en zonas rurales donde no se cuenta con suministro de energía de la red comercial, beneficiando a la comunidad y el medio ambiente al reducir el impacto negativo que generan las fuentes convencionales de energía eléctrica. Adicionalmente, con el sistema a implementar se espera ofrecer una solución de respaldo de energía a los hogares de zonas rurales interconectadas a la red eléctrica comercial, esto debido a los cortes frecuentes de energía por causas ambientales, calidad del suministro actual o capacidad de pago del poseedor del servicio.</p>	<p>Assumptions and Constraints:</p> <p>Para el desarrollo del trabajo de grado se deben tener en cuenta las siguientes condiciones que pueden tomar relevancia durante la gestión y ejecución del proyecto de grado.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Falta de recursos financieros. • Mala definición del alcance del proyecto. • Estimación de costos y presupuestos fuera del margen de aceptación. • Baja calidad de los materiales. • Procesos no direccionados al alcance del proyecto. • Certificados de producto sin vigencia. • Recurso de personal técnico sin experiencia para los montajes del producto.
<p>Milestones:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Caso de negocio 2. Diseño 3. Construcción 4. Puesta en marcha 	<p>Due Dates:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 17 de septiembre de 2018 2. 5 de julio de 2018 3. 12 de julio de 2018 4. 18 de septiembre de 2018

5. Gerencia			5. 18 de septiembre de 2018						
ID	Activity	Resource	Labor			Material			Total Cost
			Hours	Rate	Total	Units	Cost	Total	
1	IMPLEMENTACIÓN DE ESTACIONES SOLARES EN ZONAS RURALES NO INTERCONECTADAS	Nombre del proyecto	1.543,93	h.	1.543,93	Cop	\$ 157,64	\$ 157,64	\$ 157,64
1.1	CASO DE NEGOCIO	Descripción la iniciativa de emprendimiento en donde se realizan los estudios de diagnóstico, plan legal y de creación, plan estratégico y plan de adquisiciones.	1.537,7	h.	1537,7	Cop	\$ 98,12	\$ 98,12	\$ 98,12
1.1.1	Diagnóstico	Recuperación de información para la evaluación de la viabilidad del proyecto con los estudios de viabilidad, económicos, sociales, ambientales, viabilidad financiera y estudios técnicos.	465,04	h.	465,04	Cop	\$ 7,98	\$ 7,98	\$ 7,98
1.1.2	Plan legal y de creación	Evaluar e incluir los trámites para legalización del proyecto y solicitud y obtención de recursos financieros.	396,63	h.	396,63	Cop	\$ 5,59	\$ 5,59	\$ 5,59

1.1.3	Plan estratégico	Se incluyen los planes administrativos operativos y estratégicos para el funcionamiento del proyecto para garantizar el éxito del proyecto.	268,16	h.	396,63	Cop	\$ 5,16	\$ 5,16	\$ 5,16
1.1.4	Adquisiciones	En las adquisiciones se incluyen todos los recursos necesarios para el funcionamiento del proyecto tales como humanos, equipos, materiales herramientas y de software.	676,03	h.	676,03	Cop	\$ 79,39	\$ 79,39	\$ 79,39
1.2	DISEÑO	Se realizan los diseños para las soluciones de las necesidades del proyecto para el funcionamiento mecánico, eléctrico, manuales y normatividad vigente.	234,96	h.	234,96	Cop	\$ 3,50	\$ 3,50	\$ 3,50
1.2.1	Análisis de legislación técnica vigente.	Se incluye el análisis y legislación vigente relacionada y definir la afectación de este en el sistema de los paneles.	41,98	h.	41,98	Cop	\$ 0,735	\$ 0,735	\$ 0,735
1.2.2	Diseño mecánico	Con el fin de ofrecer un producto adecuado se realizan los diseños donde se montaran los aparatos eléctricos del producto.	56,97	h.	56,97	Cop	\$ 0,908	\$ 0,908	\$ 0,908

1.2.3	Diseño eléctrico	El diseño eléctrico contempla todo la fase de diseños de los aparatos que compone el sistema de los paneles solares del producto.	81,05	h.	81,05	Cop	\$ 1,21	\$ 1,21	\$ 1,21
1.2.4	Diseño Manuales Técnicos	Los manuales necesarios para la operación mantenimiento e identificación de fallas.	57,03	h.	57,03	Cop	\$ 0,641	\$ 0,641	\$ 0,641
1.3	CONSTRUCCIÓN	Se realiza la construcción una vez realizados y aprobados los diseños del producto.	46,41	h.	46,41	Cop	\$ 0,386	\$ 0,386	\$ 0,386
1.3.1	Ensamble mecánico	El ensamble mecánico se refiere al moteje de los soportes necesarios para el sistema de paneles y anclajes.	34	h.	34	Cop	\$ 0,283	\$ 0,283	\$ 0,283
1.3.2	Ensamble en Tablero eléctrico	El ensamble eléctrico se incluye los elementos de potencia y de control para su funcionamiento eléctrico.	4,24	h.	4,24	Cop	\$ 0,035	\$ 0,035	\$ 0,035
1.3.3	Inspección y pruebas en fábrica	Se realiza la evaluación e inspección de los equipos eléctricos y su correcto funcionamiento como inspecciones visuales, verificación de equipos, pruebas	5,92	h.	5,92	Cop	\$ 0,046	\$ 0,046	\$ 0,046

		eléctricas.							
1.3.4	Embalaje	En el embalaje se incluye el alistado para envío de todo el sistema y documentación necesaria para su despacho al cliente.	2,25	h.	2,25	Cop	\$ 0,020	\$ 0,020	\$ 0,020
1.4	PUESTA EN MARCHA	En esta fase se realizan los montajes e instalaciones necesarios del sistema de paneles solares.	6,23	h.	6,23	Cop	\$ 0,051	\$ 0,051	\$ 0,051
1.4.1	Inspección de materiales en sitio	Se realiza la verificación de los equipos y materiales enviados necesarios para el sistema.	0,5	h.	0,5	Cop	\$ 0,004	\$ 0,004	\$ 0,004
1.4.2	Montaje mecánico	El montaje mecánico se refiere al moteje de los soportes necesarios para el sistema de paneles y anclajes.	3	h.	3	Cop	\$ 0,025	\$ 0,025	\$ 0,025
1.4.3	Montaje eléctrico	El montaje eléctrico se incluye los elementos de potencia y de control para su funcionamiento eléctrico.	1	h.	1	Cop	\$ 0,008	\$ 0,008	\$ 0,008
1.4.4	Pruebas eléctricas en sitio	Se realizan las pruebas necesarias en sitio para verificar su correcto funcionamiento y	1,73	h.	1,73	Cop	\$ 0,014	\$ 0,014	\$ 0,014

		entrega al cliente final.							
1.5	GERENCIA	En la gerencia se realiza la administración y organización de los recursos	1498,15	h.	1498,15	Cop	\$ 55,57	\$ 55,57	\$ 55,57
1.5.1	Inicio	En esta fase se realiza la identificación preliminar del proyecto como lo son sus interesados y el acta de constitución.	54,99	h.	54,99	Cop	\$ 2,03	\$ 2,03	\$ 2,03
1.5.2	Planeación	En la fase de planeación se realizan todos los planes necesarios para el proyecto y a la identificación de todas las actividades del mismo.	528,85	h.	528,85	Cop	\$ 19,61	\$ 19,61	\$ 19,61
1.5.3	Ejecución	Se refiere a la implementación o puesta en marcha del proyecto, es en la fase donde se implementa la planeación del proyecto.	511,77	h.	511,77	Cop	\$ 18,98	\$ 18,98	\$ 18,98
1.5.4	Monitoreo y Control	En esta fase se aseguran las actividades con el fin de que los objetivos del proyecto sean alcanzados.	302,01	h.	302,01	Cop	\$ 11,20	\$ 11,20	\$ 11,20
1.5.5	Cierre	Esta fase es donde se finalizan todas las actividades, en donde se revisa y valoran	100,53	h.	100,53	Cop	\$ 3,72	\$ 3,72	\$ 3,72

Acceptance Criteria:

El control de calidad está definido por la verificación del producto ensamblado de acuerdo a las especificaciones e ingeniería emitida por el proceso de diseño.

Dicho proceso de verificación se realizará por medio de la ejecución de pruebas funcionales en fábrica donde se compruebe la completa operatividad de las estaciones solares.

Las pruebas ejecutadas durante el proceso de fabricación, serán registradas en el protocolo de inspección y pruebas FAT, donde se encuentran los criterios de medición y aceptación del producto antes de su liberación y despacho al sitio de instalación. Para el caso de la instalación en sitio se tiene el ***check list*** de instalación y puesta en marcha, en este caso se inspeccionan las condiciones de instalación y operatividad eléctrica del sistema.

Technical Information:

A continuación se menciona la normatividad vigente aplicable para el desarrollo del proyecto.

- Reglamento de instalaciones eléctricas RETIE.
- NTC 2050.
- Atlas de radiación solar en Colombia - UPME.
- ISO 21500 Guía para la gestión de proyectos.

Agreement Information:

Fuente: Construcción del autor.

Anexo K. Cálculo y estimación de duraciones *Beta Pert*

EDT	NOMBRE	PERT									DIS T. BET A	DESV.DIS T. BETA	RESER VA DE TIEMP O	BETA PRIM A
		Experto No.1			Experto No.2			PROMEDIO						
		O	M	P	O	M	P	O	M	P				
1	IMPLEMENTACIÓN DE ESTACIONES SOLARES EN ZONAS RURALES NO INTERCONECTADAS													
1.1	CASO DE NEGOCIO													
1.1.1	Diagnóstico													
1.1.1.1	Estado del arte													
1.1.1.1.1	Diagnóstico de estado	38	40	44	50,4	56	58,8	44,2	48	51,4	47,93	1,200	47,933	
1.1.1.2	Estudios de factibilidad													
1.1.1.2.1	Estudio de mercado													
1.1.1.2.1.1	Panorama del sector													
1.1.1.2.1.1.1	Informe del panorama	30,4	32	35,2	34,2	38	39,9	32,3	35	37,55	34,98	0,875	34,975	
1.1.1.2.1.2	Oferta													
1.1.1.2.1.2.1	Reporte de oferta	34,2	36	39,6	28,8	32	33,6	31,5	34	36,6	34,02	0,850	34,017	
1.1.1.2.1.3	Demanda													
1.1.1.2.1.3.1	Reporte demanda	34,2	36	39,6	28,8	32	33,6	31,5	34	36,6	34,02	0,850	34,017	
1.1.1.2.1.4	Impacto económico													
1.1.1.2.1.4.1	Informe impacto económico	41,8	44	48,4	43,2	48	50,4	42,5	46	49,4	45,98	1,150	45,983	
1.1.1.2.2	Estudio de población													
1.1.1.2.2.1	Encuestas	49,4	52	57,2	54	60	63	51,7	56	60,1	55,97	1,400	55,967	
1.1.1.2.2.2	Resultados estudio poblacional	15,2	16	17,6	10,8	12	12,6	13	14	15,1	14,02	0,350	14,017	
1.1.1.2.3	Estudio social y ambiental													
1.1.1.2.3.1	Informe impacto social	38	40	44	32,4	36	37,8	35,2	38	40,9	38,02	0,950	38,017	
1.1.1.2.3.2	Informe impacto ambiental	38	40	44	32,4	36	37,8	35,2	38	40,9	38,02	0,950	38,017	
1.1.1.2.4	Estudio de viabilidad financiera													
1.1.1.2.4.1	Presupuesto preliminar	32,3	34	37,4	27	30	31,5	29,65	32	34,45	32,02	0,800	32,017	

1.1.1.3	Estudios técnicos													
1.1.1.3.1	Reporte Datos de campo de consumo de energía	57	60	66	50,4	56	58,8	53,7	58	62,4	58,02	1,450		58,017
1.1.1.3.2	Informe Ministerio de minas y energía	19	20	22	14,4	16	16,8	16,7	18	19,4	18,02	0,450		18,017
1.1.1.3.3	informe de incidencia solar en la zona	15,2	16	17,6	10,8	12	12,6	13	14	15,1	14,02	0,350		14,017
1.1.2	Plan legal y de creación													
1.1.2.1	Registro ante cámara de comercio	7,6	8	8,8	10,8	12	12,6	9,2	10	10,7	9,98	0,250		9,983
1.1.2.2	Registro ante DIAN	7,6	8	8,8	10,8	12	12,6	9,2	10	10,7	9,98	0,250		9,983
1.1.2.3	Recursos financieros													
1.1.2.3.1	Estudio de alternativas	83,6	88	96,8	72	80	84	77,8	84	90,4	84,03	2,100	4,201	88,234
1.1.2.3.2	Selección de alternativas													
1.1.2.3.2.1	Formalización de acuerdos	38	40	44	39,6	44	46,2	38,8	42	45,1	41,98	1,050		41,983
1.1.2.3.2.2	Desembolso de Fondos	167,2	176	193,6	144	160	168	155,6	168	180,8	168,07	4,200	8,403	176,470
1.1.3	Plan estratégico													
1.1.3.1	Misión, visión y valores	3,8	4	4,4	4,5	5	5,25	4,15	4,5	4,825	4,50	0,113		4,496
1.1.3.2	Político y legal	4,75	5	5,5	4,5	5	5,25	4,625	5	5,375	5,00	0,125		5,000
1.1.3.3	Socio-cultural	5,7	6	6,6	4,5	5	5,25	5,1	5,5	5,925	5,50	0,138		5,504
1.1.3.4	Plan administrativo													
1.1.3.4.1	Procedimiento de recursos humanos	30,4	32	35,2	33,3	37	38,85	31,85	34,5	37,025	34,48	0,863		34,479
1.1.3.4.2	Procedimiento financiero	28,5	30	33	36	40	42	32,25	35	37,5	34,96	0,875		34,958
1.1.3.4.3	Procedimiento comercial	34,2	36	39,6	34,2	38	39,9	34,2	37	39,75	36,99	0,925		36,992
1.1.3.4.4	Procedimiento de compras	36,1	38	41,8	28,8	32	33,6	32,45	35	37,7	35,03	0,875		35,025
1.1.3.4.5	Procedimiento de costos	38	40	44	37,8	42	44,1	37,9	41	44,05	40,99	1,025		40,992
1.1.3.5	Plan operativo													
1.1.3.5.1	Procedimiento de calidad	34,2	36	39,6	27	30	31,5	30,6	33	35,55	33,03	0,825		33,025
1.1.3.5.2	Procedimiento de producción	28,5	30	33	28,8	32	33,6	28,65	31	33,3	30,99	0,775		30,992
1.1.3.5.3	Procedimiento de servicio técnico	19	20	22	21,6	24	25,2	20,3	22	23,6	21,98	0,550		21,983
1.1.4	Adquisiciones													
1.1.4.1	Recursos humanos													
1.1.4.1.1	Personal técnico	167,2	176	193,6	144	160	168	155,6	168	180,8	168,07	4,200	8,403	176,470

[illegible]

1.2.1.1	Reporte legal	38	40	44	39,6	44	46,2	38,8	42	45,1	41,98	1,050		41,983
1.2.2	Diseño mecánico													
1.2.2.1	Diseño base paneles fotovoltaicos													
1.2.2.1.1	Planos mecánicos	11,4	12	13,2	7,2	8	8,4	9,3	10	10,8	10,02	0,250		10,017
1.2.2.1.2	Listado de materiales	3,8	4	4,4	5,4	6	6,3	4,6	5	5,35	4,99	0,125		4,992
1.2.2.2	Diseño de soportes de anclaje													
1.2.2.2.1	Planos mecánicos	11,4	12	13,2	14,4	16	16,8	12,9	14	15	13,98	0,350		13,983
1.2.2.2.2	Listado de materiales	3,8	4	4,4	7,2	8	8,4	5,5	6	6,4	5,98	0,150		5,983
1.2.2.3	Diseño de tablero eléctrico													
1.2.2.3.1	Planos mecánicos	15,2	16	17,6	14,4	16	16,8	14,8	16	17,2	16,00	0,400		16,000
1.2.2.3.2	Listado de materiales	3,8	4	4,4	2,7	3	3,15	3,25	3,5	3,775	3,50	0,088		3,504
1.2.2.4	Memorias de cálculo	1,9	2	2,2	2,7	3	3,15	2,3	2,5	2,675	2,50	0,063		2,496
1.2.3	Diseño eléctrico													
1.2.3.1	Diseño etapa receptora													
1.2.3.1.1	Planos eléctricos	11,4	12	13,2	12,6	14	14,7	12	13	13,95	12,99	0,325		12,992
1.2.3.1.2	Especificaciones técnicas	7,6	8	8,8	5,4	6	6,3	6,5	7	7,55	7,01	0,175		7,008
1.2.3.1.3	Memorias de cálculo	1,9	2	2,2	2,7	3	3,15	2,3	2,5	2,675	2,50	0,063		2,496
1.2.3.1.4	Listado de equipos y materiales	3,8	4	4,4	2,7	3	3,15	3,25	3,5	3,775	3,50	0,088		3,504
1.2.3.2	Diseño etapa de potencia													
1.2.3.2.1	Planos eléctricos	17,1	18	19,8	14,4	16	16,8	15,75	17	18,3	17,01	0,425		17,008
1.2.3.2.2	Especificaciones técnicas	11,4	12	13,2	7,2	8	8,4	9,3	10	10,8	10,02	0,250		10,017
1.2.3.2.3	Memorias de cálculo	3,8	4	4,4	4,5	5	5,25	4,15	4,5	4,825	4,50	0,113		4,496
1.2.3.2.4	Listado de equipos y materiales	3,8	4	4,4	4,5	5	5,25	4,15	4,5	4,825	4,50	0,113		4,496
1.2.3.3	Diseño etapa de control													
1.2.3.3.1	Planos eléctricos	11,4	12	13,2	7,2	8	8,4	9,3	10	10,8	10,02	0,250		10,017
1.2.3.3.2	Especificaciones técnicas	3,8	4	4,4	3,6	4	4,2	3,7	4	4,3	4,00	0,100		4,000
1.2.3.3.3	Memorias de cálculo	1,9	2	2,2	2,7	3	3,15	2,3	2,5	2,675	2,50	0,063		2,496
1.2.3.3.4	Listado de equipos y materiales	1,9	2	2,2	2,7	3	3,15	2,3	2,5	2,675	2,50	0,063		2,496
1.2.4	Diseño Manuales técnicos													
1.2.4.1	Manual de operación.	22,8	24	26,4	27	30	31,5	24,9	27	28,95	26,98	0,675		26,975

[illegible]

3														
1.3.3.2.1.3.1	Continuidad de circuitos de potencia	0,237 5	0,25	0,275	0,225	0,25	0,262 5	0,2312 5	0,25	0,2687 5	0,25	0,006		0,250
1.3.3.2.1.3.2	Continuidad de circuitos de control	0,237 5	0,25	0,275	0,45	0,5	0,525	0,3437 5	0,375	0,4	0,37	0,009		0,374
1.3.3.3	Pruebas eléctricas en fábrica													
1.3.3.3.1	Exposición solar en paneles fotovoltaicos													
1.3.3.3.1.1	Medición de voltaje generado	0,237 5	0,25	0,275	0,225	0,25	0,262 5	0,2312 5	0,25	0,2687 5	0,25	0,006		0,250
1.3.3.3.2	Pruebas funcionales en regulador de carga													
1.3.3.3.2.1	Inyección de voltaje y corriente													
1.3.3.3.2.1.1	Medición de voltaje de entrada y salida	0,237 5	0,25	0,275	0,45	0,5	0,525	0,3437 5	0,375	0,4	0,37	0,009		0,374
1.3.3.3.2.1.2	medición de corriente de salida	0,237 5	0,25	0,275	0,225	0,25	0,262 5	0,2312 5	0,25	0,2687 5	0,25	0,006		0,250
1.3.3.3.3	Pruebas funcionales en inversor													
1.3.3.3.3.1	Inyección de voltaje													
1.3.3.3.3.1.1	Medición de voltaje de entrada y salida	0,237 5	0,25	0,275	0,225	0,25	0,262 5	0,2312 5	0,25	0,2687 5	0,25	0,006		0,250
1.3.3.3.4	Pruebas funcionales baterías													
1.3.3.3.4.1	Medición de voltaje de salida	0,237 5	0,25	0,275	0,225	0,25	0,262 5	0,2312 5	0,25	0,2687 5	0,25	0,006		0,250
1.3.3.3.4.2	Medición de tiempo de carga y descarga	0,237 5	0,25	0,275	0,225	0,25	0,262 5	0,2312 5	0,25	0,2687 5	0,25	0,006		0,250
1.3.3.4	Protocolo de inspección y pruebas en fábrica	0,285	0,3	0,33	0,36	0,4	0,42		0,35	0,375	0,30	0,063		0,296
1.3.4	Embalaje													
1.3.4.1	Embalar unidades de empaque													
1.3.4.1.1	Paneles solares	0,475	0,5	0,55	0,45	0,5	0,525	0,4625	0,5	0,5375	0,50	0,013		0,500
1.3.4.1.2	Estructura y soportes mecánicos	0,237 5	0,25	0,275	0,225	0,25	0,262 5	0,2312 5	0,25	0,2687 5	0,25	0,006		0,250
1.3.4.1.3	Tablero eléctrico	0,237 5	0,25	0,275	0,225	0,25	0,262 5	0,2312 5	0,25	0,2687 5	0,25	0,006		0,250
1.3.4.1.4	Dossier													
1.3.4.1.4.1	Especificaciones técnicas	0,237 5	0,25	0,275	0,225	0,25	0,262 5	0,2312 5	0,25	0,2687 5	0,25	0,006		0,250
1.3.4.1.4.2	Planos eléctricos y mecánicos	0,237 5	0,25	0,275	0,225	0,25	0,262 5	0,2312 5	0,25	0,2687 5	0,25	0,006		0,250
1.3.4.1.4.3	Manuales técnicos	0,237 5	0,25	0,275	0,225	0,25	0,262 5	0,2312 5	0,25	0,2687 5	0,25	0,006		0,250
1.3.4.1.4.4	Reportes y protocolos de fábrica	0,237 5	0,25	0,275	0,225	0,25	0,262 5	0,2312 5	0,25	0,2687 5	0,25	0,006		0,250

1.3.4.1.4.5	Carta de garantía	0,237 5	0,25	0,275	0,225	0,25	0,262 5	0,2312 5	0,25	0,2687 5	0,25	0,006		0,250
1.3.4.2	Orden de despacho	0,237 5	0,25	0,275	0,225	0,25	0,262 5	0,2312 5	0,25	0,2687 5	0,25	0,006		0,250
1.4	PUESTA EN MARCHA													
1.4.1	Inspección de materiales en sitio													
1.4.1.1	Verificación de unidades de empaque	0,237 5	0,25	0,275	0,225	0,25	0,262 5	0,2312 5	0,25	0,2687 5	0,25	0,006		0,250
1.4.1.2	Desembalaje de materiales	0,237 5	0,25	0,275	0,225	0,25	0,262 5	0,2312 5	0,25	0,2687 5	0,25	0,006		0,250
1.4.2	Montaje mecánico													
1.4.2.1	Montaje de soportes de paneles solares	0,95	1	1,1	0,9	1	1,05	0,925	1	1,075	1,00	0,025		1,000
1.4.2.2	Montaje de estructura y paneles solares	0,95	1	1,1	0,9	1	1,05	0,925	1	1,075	1,00	0,025		1,000
1.4.2.3	Anclaje de tablero eléctrico	0,95	1	1,1	0,9	1	1,05	0,925	1	1,075	1,00	0,025		1,000
1.4.3	Montaje eléctrico													
1.4.3.1	Conexión de acometidas de fuerza	0,475	0,5	0,55	0,45	0,5	0,525	0,4625	0,5	0,5375	0,50	0,013		0,500
1.4.3.2	Conexión de acometidas de distribución	0,475	0,5	0,55	0,45	0,5	0,525	0,4625	0,5	0,5375	0,50	0,013		0,500
1.4.4	Pruebas eléctricas en sitio													
1.4.4.1	Exposición solar en paneles fotovoltaicos													
1.4.4.1.1	Medición de voltaje generado	0,237 5	0,25	0,275	0,112 5	0,12 5	0,131 25	0,175	0,187 5	0,2031 25	0,19	0,005		0,188
1.4.4.2	Pruebas funcionales en regulador de carga													
1.4.4.2.1	Medición de voltaje de entrada y salida	0,118 75	0,12 5	0,137 5	0,112 5	0,12 5	0,131 25	0,1156 25	0,125	0,1343 75	0,13	0,003		0,125
1.4.4.2.2	medición de corriente de salida	0,118 75	0,12 5	0,137 5	0,112 5	0,12 5	0,131 25	0,1156 25	0,125	0,1343 75	0,13	0,003		0,125
1.4.4.3	Pruebas funcionales en inversor													
1.4.4.3.1	Medición de voltaje de entrada y salida	0,118 75	0,12 5	0,137 5	0,112 5	0,12 5	0,131 25	0,1156 25	0,125	0,1343 75	0,13	0,003		0,125
1.4.4.4	Pruebas funcionales baterías													
1.4.4.4.1	Medición de voltaje de entrada	0,118 75	0,12 5	0,137 5	0,112 5	0,12 5	0,131 25	0,1156 25	0,125	0,1343 75	0,13	0,003		0,125
1.4.4.4.2	Medición de voltaje de salida	0,118 75	0,12 5	0,137 5	0,112 5	0,12 5	0,131 25	0,1156 25	0,125	0,1343 75	0,13	0,003		0,125
1.4.4.4.3	Medición de tiempo de carga y descarga	0,118 75	0,12 5	0,137 5	0,112 5	0,12 5	0,131 25	0,1156 25	0,125	0,1343 75	0,13	0,003		0,125
1.4.4.5	Inducción a usuario final													
1.4.4.5.1	Divulgación de componentes	0,118 75	0,12 5	0,137 5	0,225	0,25	0,262 5	0,1718 75	0,187 5	0,2	0,19	0,005		0,187

[illegible]

1.5.2.8.1.1	Identificar riesgos	15,2	16	17,6	12,6	14	14,7	13,9	15	16,15	15,01	0,375		15,008
1.5.2.8.1.2	Análisis cualitativo	11,4	12	13,2	10,8	12	12,6	11,1	12	12,9	12,00	0,300		12,000
1.5.2.8.1.3	Análisis cuantitativo	7,6	8	8,8	9	10	10,5	8,3	9	9,65	8,99	0,225		8,992
1.5.2.8.1.4	Plan de respuesta	9,5	10	11	9	10	10,5	9,25	10	10,75	10,00	0,250		10,000
1.5.2.9	Gestión de adquisiciones													
1.5.2.9.1	Plan de gestión de adquisiciones	15,2	16	17,6	12,6	14	14,7	13,9	15	16,15	15,01	0,375		15,008
1.5.2.10	Gestión de Interesados													
1.5.2.10.1	Plan de gestión de interesados	9,5	10	11	10,8	12	12,6	10,15	11	11,8	10,99	0,275		10,992
1.5.3	Ejecución													
1.5.3.1	Gestión de calidad													
1.5.3.1.1	Implementación del Plan de Calidad	83,6	88	96,8	81	90	94,5	82,3	89	95,65	88,99	2,225	4,449	93,441
1.5.3.2	Gestión de recursos humanos													
1.5.3.2.1	Adquirir equipo de proyecto	171	180	198	158,4	176	184,8	164,7	178	191,4	178,02	4,450	8,9	186,917
1.5.3.3	Gestión de las comunicaciones													
1.5.3.3.1	Gestionar comunicaciones	39,9	42	46,2	39,6	44	46,2	39,75	43	46,2	42,99	1,075	8,9	51,892
1.5.3.4	Gestión de adquisiciones													
1.5.3.4.1	Efectuar adquisiciones	76	80	88	75,6	84	88,2	75,8	82	88,1	81,98	2,050	4,099	86,082
1.5.3.5	Gestión de Interesados													
1.5.3.5.1	Gestionar participación de los interesados	83,6	88	96,8	81	90	94,5	82,3	89	95,65	88,99	2,225	4,449	93,441
1.5.4	Monitoreo y control													
1.5.4.1	Gestión de integración													
1.5.4.1.1	Informes de seguimiento	38	40	44	36,9	41	43,05	37,45	40,5	43,525	40,50	1,013		40,496
1.5.4.2	Gestión de Alcance													
1.5.4.2.1	Control de cambios													
1.5.4.2.1.1	Formato control de cambios	22,8	24	26,4	18	20	21	20,4	22	23,7	22,02	0,550		22,017
1.5.4.3	Gestión de tiempo													
1.5.4.3.1	Informe de seguimiento	41,8	44	48,4	40,5	45	47,25	41,15	44,5	47,825	44,50	1,113		44,496
1.5.4.4	Gestión de costo													
1.5.4.4.1	Informe de seguimiento	39,9	42	46,2	39,6	44	46,2	39,75	43	46,2	42,99	1,075		42,992

1.5.4.5	Gestión de calidad												
1.5.4.5.1	Formatos de plan de gestión de calidad	28,5	30	33	28,8	32	33,6	28,65	31	33,3	30,99	0,775	30,992
1.5.4.6	Gestión de recursos humanos												
1.5.4.6.1	Plan de gestión de recursos humanos	36,1	38	41,8	35,1	39	40,95	35,6	38,5	41,375	38,50	0,963	38,496
1.5.4.7	Gestión de las comunicaciones												
1.5.4.7.1	Informe de seguimiento	19	20	22	19,8	22	23,1	19,4	21	22,55	20,99	0,525	20,992
1.5.4.8	Gestión de riesgos												
1.5.4.8.1	Informe de seguimiento	19,95	21	23,1	17,1	19	19,95	18,525	20	21,525	20,01	0,500	20,008
1.5.4.9	Gestión de adquisiciones												
1.5.4.9.1	Administrar adquisiciones	28,5	30	33	27,9	31	32,55	28,2	30,5	32,775	30,50	0,763	30,496
1.5.4.10	Gestión de interesados												
1.5.4.10.1	Control de participación	11,4	12	13,2	9	10	10,5	10,2	11	11,85	11,01	0,275	11,008
1.5.5	Cierre												
1.5.5.1	Gestión de integración												
1.5.5.1.1	Cierre de fase	30,4	32	35,2	27	30	31,5	28,7	31	33,35	31,01	0,775	31,008
1.5.5.1.2	Cierre de proyecto	26,6	28	30,8	21,6	24	25,2	24,1	26	28	26,02	0,650	26,017
1.5.5.2	Gestión de adquisiciones												
1.5.5.2.1	Cerrar órdenes de compra	41,8	44	48,4	38,7	43	45,15	40,25	43,5	46,775	43,50	1,088	43,504

Fuente: Construcción del autor.

Anexo L. Matriz de procedimientos y entregables

PROCESO	ENTREGABLE	PROCEDIMIENTO
Proceso de diseño	Especificaciones técnicas de producto	Se realiza el registro de las condiciones de instalación y las necesidades de carga del usuario final. A partir de esta información se realizará el diseño de la estación solar requerida.
	Planos de ingeniería de detalle	Emisión de diagramas de disposición de equipos, características técnicas, esquemas de montaje y conexión de cables y accesorios.
	Cotización de materiales	Se debe realizar la cotización de equipos y componentes requeridos para el montaje de acuerdo a las especificaciones técnicas y criterios de diseño. Dichas cotizaciones serán la entrada al proceso de adquisiciones para determinar la cotización más adecuada para la implementación.
	Requisición de materiales	Se deben emitir los listados de materiales de acuerdo a las cantidades y características técnicas de los equipos y componentes definidos por el proceso de ingeniería.
	Hoja de ruta	Se debe realizar la emisión de la hoja de ruta donde se describen las características técnicas de los equipos, cantidades y directrices de montaje. Dicho documento será la entrada para que el proceso de ensamble y montaje desarrolle las actividades asociadas a dicho proceso.
Proceso de adquisiciones	Selección de proveedores	Se debe realizar la selección de proveedores de acuerdo a los tiempos de entrega, precio y suministro de certificados de calidad de producto.
	Recepción de materiales	Posterior a la compra de equipos y componentes, se debe realizar la recepción de materiales, verificando características técnicas, cantidad y funcionalidad, garantizando así la total disponibilidad de materiales en el proceso de ensamble y montaje.
	Salida de almacén	Se debe realizar la entrega de materiales al proceso de ensamble y montaje de acuerdo a las cantidades y referencias contempladas durante el proceso de diseño.

	Solicitud de cambio o garantía a proveedores	Devolución a proveedores de insumos que no cumplan con las especificaciones técnicas definidas o avería detectada durante el proceso de ensamble y montaje de las estaciones solares.
Proceso de gestión de recursos humanos	Evaluación de ingreso de personal	De acuerdo a los perfiles técnicos y profesionales requeridos por cada proceso de se deben establecer las evaluaciones para la selección de personal.
	Registro de entrega de dotación, herramientas o equipos	Posterior a la contratación de personal se debe realizar el registro de la entrega de dotación, herramientas y equipos requeridos para el desarrollo de sus labores.
	Manual de funciones de colaboradores	Se deben establecer los manuales de funciones asociados al recurso humano requerido por el proyecto. Esto con el fin de establecer las actividades a ejecutar por cada colaborador según el proceso involucrado.
	Formatos de inducción	Posterior a la contratación del personal se debe ejecutar y dejar registro de la inducción, donde se fortalecen los criterios de calidad y procesos que intervienen dentro del proyecto.
Proceso de gestión financiera	Evaluación de costos del proyecto	Evaluación de la ejecución de actividades y su afectación en el cumplimiento del presupuesto, en relación a los costos de cada proceso.
Proceso de ensamble y montaje	Registro de recepción y aceptación de materiales	Dar visto bueno a los materiales entregados para la integración de las estaciones solares. En este caso se debe dar aceptación a los materiales si cumplen en cantidades y especificaciones técnicas de acuerdo a las características de la aplicación.
	Reporte de tiempos	Se debe realizar el registro de tiempos de ejecución de actividades en el proceso de ensamble, para determinar los costos de mano de obra directa en la producción de las estaciones solares.
	protocolo de pruebas FAT	Se deben emitir los protocolos de pruebas de las verificaciones y pruebas funcionales que garantizan la operatividad de las estaciones solares. Con la emisión de dicho formato de registro se permite la liberación y despacho de la estación para su posterior instalación.

	<i>Check list de instalación y puesta en marcha – Protocolo pruebas SAT.</i>	El <i>check list</i> de instalación y puesta en marcha define los parámetros que se deben tener en cuenta para la instalación y las pruebas funcionales que se deben ejecutar para asegurar el completo funcionamiento de las estaciones solares en el sitio de disposición final.
	Acta de entrega del producto.	En el acta de entrega se debe registrar la información del sitio de instalación, actividades ejecutadas, duración y observaciones de la instalación de las estaciones solares.
	Encuesta de satisfacción de la instalación	Al finalizar la instalación de las estaciones solares, se debe realizar la encuesta al cliente, para medir la satisfacción en cuanto a la instalación y funcionamiento del sistema.

Fuente: Construcción del autor.

Anexo M. Plan de capacitación del equipo

CURSO / TALLER		DIRIGIDO A	RESPONSABLE	SITIO	RECURSOS	COSTO	EXPOSITOR	ENERO	FEBRERO	MARZO	MAYO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1	Divulgación misión, visión y objetivos estratégicos	Equipo de proyecto	Iván Gutiérrez	Sala de capacitación - Oficina principal	Computador <i>Video beam</i>	\$ 100.000,00	Iván Gutiérrez										
2	Inducción fuentes de energías renovables	Equipo de proyecto	Iván Gutiérrez	Sala de capacitación - Oficina principal	Computador <i>Video beam</i>	\$ 100.000,00	Iván Gutiérrez										
3	Capacitación de seguridad industrial	Equipo de proyecto	Henry Castiblanco	Sala de capacitación - Oficina principal	Computador <i>Video beam</i>	\$ 100.000,00	Henry Castiblanco										
4	Plan de emergencias y evacuación	Equipo de proyecto	Henry Castiblanco	Sala de capacitación - Oficina principal	<i>Video beam</i>	\$ 50.000,00	Profesional en riesgos laborales ARL										
5	Capacitación trabajo en alturas	Técnicos de instalación	Henry Castiblanco	Centro de entrenamiento	N.A.	\$ 3.000.000,00	Profesional en trabajo en alturas Centro de entrenamiento para alturas										
	Programado																
	Ejecutado																
	Cancelado																
	Reprogramado																

Fuente: Construcción del autor

Anexo N. Plan de reconocimiento y recompensas

PLAN DE RECONOCIMIENTO Y RECOMPENSAS					
RECONOCIMIENTO SALARIAL					
ROL	NOMBRE RECONOCIMIENTO	EXPLICACIÓN	FÓRMULA	HITO DEL PROYECTO	EXCLUSIONES
Gerente de proyecto	INCENTIVO POR CUMPLIMIENTO EN TIEMPOS DE ENTREGA	Bono de canasta familiar, combustible o ropa, por anticipar la entrega de los entregables de acuerdo a la programación del proyecto.	<p>Promedio de cumplimiento anticipado de los entregables de cada fase del proyecto, donde se tiene el siguiente margen de cumplimiento:</p> <p>*%Cumplimiento $\geq 50\%$; Equivale a 15% del salario. *%Cumplimiento entre 50 y 20%; Equivale a 10% del salario. *%Cumplimiento entre 20 y 0%; Equivale a 10% del salario. *%Cumplimiento igual 0% anticipado y sin rebasar la programación; Equivale a 5% del salario.</p>	Los bonos son adjudicados en la conclusión de cada una de las fases del proyecto.	Se debe tener en cuenta que el cumplimiento anticipado de los entregables se debe presentar sin sobrecostos al proyecto, es decir, se debe asegurar el cumplimiento del presupuesto.
Jefe de diseño	INCENTIVO POR CUMPLIMIENTO EN TIEMPOS DE ENTREGA	Bono de canasta familiar, combustible o ropa, por anticipar la entrega de los entregables de los diseños según la programación del proyecto y sin reprocesos.	<p>Cumplimiento en la entrega de los diseños del proyecto, teniendo en cuenta plazo de entrega y calidad de los diseños:</p> <p>*%Cumplimiento $\geq 100\%$ y 0 reprocesos; Equivale a 15% del salario. *%Cumplimiento $\neq 100\%$ y 0 reprocesos; Equivale a 10% del salario. *%Cumplimiento = 100% y hasta 5 reprocesos; Equivale a 10% del salario. *%Cumplimiento $\neq 100\%$ y hasta de 10 reprocesos; Equivale a 5% del salario.</p>	Los bonos son adjudicados de acuerdo a los entregables requeridos durante la fase de diseño e instalación de las estaciones solares.	Se debe tener en cuenta que el porcentaje máximo de variación en plazo de entrega no debe ser superior al 5% del tiempo total establecido.

Jefe de compras	INCENTIVO POR NEGOCIACIÓN DE PRECIOS DE INSUMOS Y MATERIALES	Bono de canasta familiar, combustible o ropa, por negociaciones que disminuyan los costos del proyecto por compra de materiales.	Negociaciones que disminuyan los costos del proyecto por compra de materiales de acuerdo los porcentajes propuestos: *% Costos < 30%; Equivale a 15% del salario. *% Costos < 20%; Equivale a 10% del salario. *% Costos < 10%; Equivale a 5% del salario.	Los bonos son adjudicados de acuerdo a las negociaciones realizadas por la compra de materiales o contratos de transporte de carga o personal.	Se debe tener en cuenta que las negociaciones deben realizarse para al menos respetar los tiempos de entrega de materiales definidos en la programación de adquisiciones.
Jefe de producción	INCENTIVO POR DISMINUCIÓN EN COSTOS DE MANO DE OBRA	Bono de canasta familiar, combustible o ropa, por disminución en los costos de mano de obra en la producción e instalación de las estaciones solares.	Disminución de los costos de mano de obra de producción de acuerdo los porcentajes propuestos: *% Costos < 20%; Equivale a 15% del salario. *% Costos < 10%; Equivale a 10% del salario. *% Costos < 5%; Equivale a 5% del salario.	Los bonos son adjudicados de acuerdo al análisis de tiempo de producción empleado para la integración e instalación de las estaciones solares.	Se debe tener en cuenta que dicho incentivo será otorgado según la totalidad de paneles instalados, es decir el incentivo se generará según el margen de venta ganado.
Técnicos de instalación	INCENTIVO POR SATISFACCIÓN DEL CLIENTE DURANTE LA INSTALACIÓN	Bono de canasta familiar, combustible o ropa, por satisfacción del cliente final por los equipos instalados.	Satisfacción del cliente de acuerdo los porcentajes propuestos: *% Satisfacción = 100%; Equivale a 10% del salario. *% Satisfacción = 90%; Equivale a 5% del salario.	Los bonos son adjudicados con la entrega de documentación de liberación y acta de entrega al cliente final donde se medirá la satisfacción del cliente con la instalación	Se debe tener en cuenta que dicho incentivo será otorgado según la totalidad de paneles instalados, es decir el incentivo se generará según el margen de venta ganado y utilidad obtenida.
RECONOCIMIENTO NO SALARIAL					
ROL	NOMBRE	EXPLICACIÓN	FÓRMULA	HITO DEL PROYECTO	EXCLUSIONES
Grupo de proyecto	INCENTIVO POR CUMPLIMIENTO EN LA PROGRAMACIÓN DEL PROYECTO	Almuerzo grupal, por cumplimiento en la programación del proyecto teniendo en cuenta desempeño de alcance, tiempo, costo y calidad.	El desempeño del proyecto debe ser => 95% de la programación del proyecto.	Al cierre del proyecto.	Se debe cumplir en 95% o más la programación del proyecto, teniendo en cuenta alcance, tiempo, costo y calidad.

Anexo O. Indicadores de desempeño del equipo

OBJETIVO		INDICADOR	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	FÓRMULA	PERIODICIDAD	META
1	La capacitación es la adquisición de conocimientos técnicos, teóricos y prácticos para el desarrollo de las actividades contempladas en las fases del proyecto.	CAPACITACIÓN DE PERSONAL	Medición de las capacitaciones realizadas al equipo de proyecto de acuerdo a lo planteado en el plan de capacitación del proyecto.	Porcentaje (%)	$\frac{\text{Capcitaciones realizadas}}{\text{Total capcitaciones programadas}} * 100\%$	Mensual	Ejecutar el plan de capacitación para asegurar la comprensión de los objetivos del proyecto y asegurar la calidad del producto del proyecto.
2	Medir desde el momento en que el empleado inicia su compromiso con el proyecto, ya que de este modo permite evaluar si el proceso de selección fue el apropiado.	TIEMPO REQUERIDO PARA ALCANZAR OBJETIVOS	Medir el desempeño del equipo de proyecto, con el fin de comprobar si el talento humano seleccionado para el proyecto es indicado para las tareas propuestas.	Porcentaje (%)	$\frac{\text{Tareas ejecutadas}}{\text{Tareas asignadas}} * 100\%$	Mensual	Asegurar que el desempeño del equipo de trabajo sea acorde con los objetivos del proyecto para asegurar el cumplimiento de los entregables.
3	Disminuir los costos por reclutamiento y capacitación de personal.	ROTACIÓN DE PERSONAL	Medir la permanencia del personal del equipo de proyecto.	Porcentaje (%)	$\frac{\text{Total de vacantes ocupadas}}{\text{Total de contrataciones realizadas}} * 100\%$	Mensual	Mitigar la rotación de personal, asegurando las condiciones laborales y recursos requeridos para cada perfil designado para la ejecución del proyecto.
4	Cerrar el proyecto con cero accidentes laborales.	ACCIDENTALIDAD LABORAL	Medir la permanencia del personal del equipo de proyecto.	Días	$\frac{\text{Total de días ejecutados}}{\text{Total de días a ejecutar}}$	Mensual	Alcanzar una cifra de cero días sin accidentes.
5	Identificar los perfiles de cargo con más dificultad para ser cubiertos.	AUSENTISMO LABORAL	Medir la cantidad de vacantes durante el desarrollo del proyecto.	Vacantes	$\frac{\text{Total de vacantes libres}}{\text{Total de cargos asignados}}$	Mensual	Mitigar la deserción de personal y asegurar que el equipo existente perdure durante la ejecución del proyecto.

Fuente: Construcción del autor.

Anexo P. Matriz RACI del proyecto

PAQUETES DE TRABAJO		Gerente	Director de proyecto	Ing. Eléctrico	Profesional financiero	Profesional recursos humanos	Profesional de adquisiciones	Supervisor de ensamble y montaje	Técnicos de ensamble y montaje
		Iván Gutiérrez	Henry Castiblanco	Camilo Gutiérrez	Gloria Lotero	Andrea Gamba	Daniel Jaimes	Oscar Peña	
1.1	Caso de negocio	R	I						
1.1.1	Diagnóstico	I							
1.1.2	Plan legal y de creación	I							
1.1.3	Plan estratégico	I	I	I	I	I	I	I	I
1.1.4	Adquisiciones	I	C	R	I	R	R	I	
1.2	Diseño	I	I	A					
1.2.1	Análisis de legislación técnica vigente	I		R					I
1.2.2	Diseño mecánico	I		C					I
1.2.3	Diseño eléctrico	I		R					I
1.2.4	Diseño manuales técnicos	I		C					I
1.3	Construcción	I	I						
1.3.1	Ensamble mecánico	I		I			C	A	R
1.3.2	Ensamble tablero eléctrico	I		I				A	R
1.3.3	Inspección y pruebas en fábrica	I		I			C	A	R
1.3.4	Embalaje	I		I			C	A	R
1.4	Montaje y puesta en marcha	I	I						
1.4.1	Inspección de materiales en	I					I	A	R

	sitio								
1.4.2	Montaje mecánico	I		I			C	A	R
1.4.3	Montaje eléctrico	I		I			C	A	R
1.4.4	Pruebas eléctricas en sitio	I		I					R
1.5	Gerencia	I	R						
1.5.1	Inicio	I			I	A	I		
1.5.2	Planeación	I		I		I	I		
1.5.3	Ejecución	I						R	R
1.5.4	Monitoreo y control	I		A	R	R	A	A	
1.5.5	Cierre	I			A		C		R
R= La persona que realiza el trabajo. – A= La persona que es responsable ante el director del proyecto que el trabajo se hace en el tiempo, cumple con los requisitos, y es aceptable. – C= La persona que tiene la información necesaria para completar el trabajo. – I= Esta persona debe recibir una notificación cuando el trabajo esté completo.									

Fuente: Construcción del autor.

Anexo Q. Matriz de comunicaciones

INFORMACIÓN	CONTENIDO	FORMATO	NIVEL DETALLE	RESPONSABLE COMUNICAR	GRUPO RECEPTOR	METODOLOGÍA TECNOLOGÍA	FRECUENCIA DE COMUNICACIÓN	CÓDIGO WBS
Inicio proyecto	Documento apertura del proyecto	<i>Project charter</i>	Alto	Director de proyecto	<i>Sponsor</i> , líderes de proceso	Documento digital nube	Una vez	1.5.1
Inicio proyecto	Definición de alcance	<i>Scope Statement</i>	Alto	Director de proyecto	<i>Sponsor</i> , líderes de proceso	Documento digital nube	Una vez	1.5.1
Planeación	Programación	Cronograma	Alto	Director de proyecto	<i>Sponsor</i> , líderes de proceso	Documento digital nube	Una vez	1.5.2
Planeación	Emisión de Ingeniería	Esquemas eléctricos y mecánicos	Alto	Diseñador	Director de proyecto	Físico y digitalizado	Según requerimientos	1.5.2
Planeación	Especificaciones de diseño	Hoja de ruta de producto	Alto	Diseñador	Director, jefe de compras.	Físico y digitalizado	Una vez	1.5.2
Planeación	Solicitud de material	Formato de requisición materiales	Medio	Diseñador	Jefe de compras y director de proyectos	Físico y digitalizado	Según requerimientos	1.5.2
Planeación	Adquisiciones	Orden de compra	Medio	Jefe de Compras	Director de proyecto y proveedores	Físico y digitalizado	Según requerimientos	1.5.2
Ejecución	Inventario Materiales	Reporte inventario	Medio	Almacenista	Jefe de compras	Físico y digitalizado	Semanal	1.5.3
Ejecución	Recepción de materiales	Registro en hoja de ruta	Medio	Técnico de ensamble	Supervisor y director de proyecto	Físico y digitalizado	Según requerimientos	1.5.3
Monitoreo y control	Aseguramiento de Calidad	Protocolo de Pruebas	Alto	Supervisor de ensamble y montaje	Supervisor y director de proyecto	Físico y digitalizado	Por producto fabricado	1.5.4
Cierre	Finalización montaje	Acta de entrega	Alto	Técnico de montaje	Supervisor y director de proyecto	Físico y digitalizado	Por producto fabricado	1.5.5
Cierre	Satisfacción cliente	Encuesta de satisfacción	Alto	Técnico de montaje	Supervisor y director de proyecto	Físico y digitalizado	Por producto instalado	1.5.5
Monitoreo y control	Reporte de Fallos o eventos	PQR	Medio	Auxiliar de ingeniería	Auxiliar de ingeniería	Físico y digitalizado	Según requerimientos	1.5.4

Fuente: Construcción del autor.

Anexo R. Matriz de registro de riesgos

ID	Descripción del Riesgo	Disparador	Probabilidad	Impacto	Importancia	Categoría	Estrategia de Respuesta	¿En qué consiste la estrategia de respuesta?	Plan de Contingencia	Estado	Seguimiento
	En qué consiste este riesgo? (usar una redacción que permita identificar causa, efecto e impacto)		Muy Alta: 80% Alta: 60% Media: 50% Baja: 30% Muy Baja: 10%	Muy Alto: 10 Alto: 8 Medio: 6 Bajo: 4 Muy Bajo: 2		Técnicos De la Organización Externos De gerencia	Mitigar Transferir Evitar Aceptar	Descripción	Si se materializa el riesgo que se hará en respuesta o como respaldo o como reparación.	En seguimiento, requiere respuesta Cerrado-ya ocurrió, Cerrado-ya no ocurrirá, Recién Identificado	Información actualizada de seguimiento del riesgo
PG R-1	Debido a errores en las muestras o estudios de población - se presentan desviaciones durante la planificación - por lo cual se requiere implementar solicitudes de cambio que impactan el alcance del proyecto.	Falta de estudios definidos para la etapa de diagnóstico	30%	8	2,40	Organización	Aceptable pasivamente	Lista de observación			
PG R-2	Debido al retraso en el pago a proveedores - se retienen los materiales requeridos para el acondicionamiento de la infraestructura - generando un retraso respecto la programación del proyecto.	retrasos de actividades por falta de material	50%	4	2,00	Externos	Aceptable pasivamente	Lista de observación			
PG R-3	Debido a la limitación de recursos financieros - no se dispone de flujo de caja - generando un impacto negativo el tiempo de ejecución proyecto.	Limitaciones económicas patrocinador	30%	10	3,00	Organización	Aceptable pasivamente	Lista de observación			
PG R-4	Debido a errores en la especificación técnica - se generan reprocesos en la etapa diseño - que afectan la programación del proyecto impactando negativamente el tiempo de ejecución.	Mala interpretación de especificaciones técnicas	60%	4	2,40	Técnicos	Aceptable pasivamente	Lista de observación			

PG R-5	Debido a reprocesos en los diseños - se presentan retrasos en la aprobación de las licencias - lo cual impacta el cronograma del proyecto.	Demora en la entrega de diseños	50%	10	5,00	Técnicos	Transferir	Implementación de medidas preventivas y reuniones de seguimiento: Realizar contratación de diseños de ingeniería y monitorear los entregables	Asignación de recurso adicional para seguimiento a labores de ingeniería, realizando seguimiento uno a uno a los hallazgos detectados.		
PG R-6	Debido al incumplimiento en los tiempos de entrega por parte de los proveedores de materiales - se presentan retrasos en el desarrollo de actividades - generando tiempos muertos al proyecto que impactan el cronograma.	Mala selección de proveedores	60%	10	6,00	Externos	Transferir	Implementación de medidas preventivas y reuniones de seguimiento: Solicitar pólizas de calidad y cumplimiento como garantía al suministro de materiales.	Aplicar pólizas de cumplimiento al proveedor, realizar evaluación del proveedor y ejecutar actividades en paralelo para dar cumplimiento a cronograma.		
PG R-7	Por la compra de materiales de construcción de bajo costo - se presentan daños prematuros en la infraestructura - generando sobrecostos al proyecto.	Averías estructurales prematuras	30%	8	2,40	Organización	Aceptable pasivamente	Lista de observación			
PG R-8	Debido a la rotación de personal - se dejan actividades sin ejecutar - impactando negativamente el tiempo de ejecución del proyecto.	Incumplimiento de tareas o actividades asignadas	60%	6	3,60	Organización	Mitigar	Implementación de medidas preventivas y reuniones de seguimiento: Entregar reportes de avance de			

								ejecución de actividades y liberación respecto a los entregables del proyecto en reuniones de seguimiento.			
PG R-9	Por falta de comunicación entre los equipos de trabajo - se duplica la ejecución de actividades - desaprovechando los recursos e impactando el presupuesto del proyecto.	Falta de seguimiento a ejecución de actividades	50%	6	3,00	Organización	Aceptable pasivamente	Lista de observación			
PG R-10	Debido a la falta de seguimiento a los hitos de control por parte del director de proyecto - no se da cumplimiento a los entregables - lo cual impacta negativamente el cronograma.	falta de seguimiento a actividades	10%	10	1,00	Gerencia del proyecto	Aceptable pasivamente	Lista de observación			
PG R-11	Debido a una mala estimación de costos - se pueden presentar variaciones en el presupuesto - representando sobrecostos al proyecto.	Uso de reservas del proyecto	60%	10	6,00	Gerencia del proyecto	Transferir	Se requiere la implementación del plan de contingencia para mitigar el riesgo.	Debido a la mala estimación de costos se deben reprogramar actividades para que sean ejecutadas en paralelo, adicionalmente se deben subcontratar actividades que optimicen los costos de ejecución y mantener el presupuesto sin afectaciones negativas.		

PG R- 12	Debido a errores en la estimación de tiempos de ejecución del proyecto - se omite la ejecución de actividades - lo cual representa retrasos que impactan negativamente el cronograma.	Sobrepasar las holguras de los proyectos.	30%	10	3,00	Gerencia del proyecto	Aceptable pasivamente	Lista de observación			
----------------	---	---	-----	----	------	-----------------------	-----------------------	----------------------	--	--	--

Fuente: Construcción del autor.

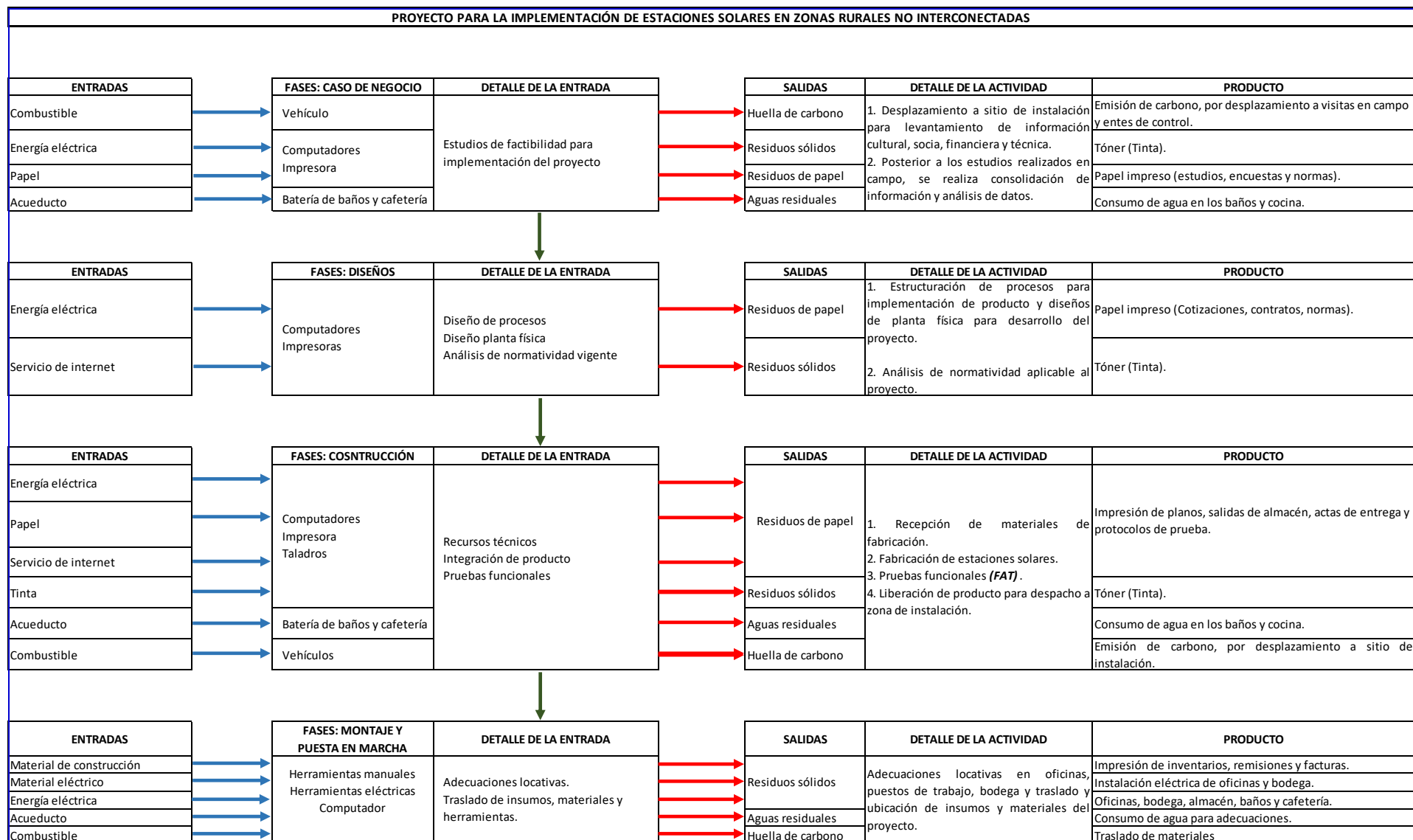
Anexo S. Análisis *PESTLE* del proyecto

Componente	Factor	Descripción del factor en el entorno del proyecto	Fase de análisis					Nivel de incidencia					¿Describa cómo incide en el proyecto?	¿Cómo potenciaría los efectos positivos y disminuiría los negativos?
			I	P	Im	C	Cr	Mn	N	I	P	Mp		
Ambiental	Brillo solar	Jerusalén es uno de los municipios con alto potencial de incidencia solar en Cundinamarca.	X									X	La alta incidencia solar del municipio garantiza la operatividad de las estaciones solares.	Es un sistema fácilmente replicable desde la vereda de implementación hacia el resto de veredas del municipio.
Social	Consumo de energía	Cubrimiento de necesidades energéticas de la población rural.	X									X	Mejoramiento de la calidad de vida de la población.	Con la implementación de las estaciones solares se satisfacen las necesidades energéticas de la población por medio de energías limpias.
Social	Apatía a nuevas fuentes de energía	Resistencia al cambio de las fuentes de energía convencionales por fuentes de energía renovables.	X		X							X	Mejoramiento de la calidad de vida de la población.	Con la implementación de las estaciones solares se satisfacen las necesidades energéticas de la población por medio de energías limpias.
Social	Desconocimiento de tecnologías renovables	Incredulidad a implementación de fuentes alternativas de energía			X				X				Dificultad para realizar la implementación del proyecto.	Charlas de orientación sobre tecnologías alternativas de energía.
Político	Políticas que regulen el sector en el que se desarrolla el proyecto	Cumplimiento de la normatividad vigente para instalaciones eléctricas.	X		X				X				Si las estaciones no cumplen con la normatividad vigente se rechaza el producto.	Estandarización de procesos de integración del producto de acuerdo a los requisitos de la legislación.
Económico	Variaciones inesperadas en la tasas de cambio	Variación de precios en los insumos de las			X			X					Afectación de los costos del proyecto.	Anticipación de adquisición de equipos para mitigar sobrecostos por alzas en los precios.

		estaciones solares.												
Tecnológico	Tecnología disponible	La adquisición de materiales y equipos se realizará con proveedores locales.		X	X					X				<p>El no cumplimiento de los requerimientos de calidad o tiempos de entrega afecta la programación del proyecto</p> <p>Potenciaría los efectos negativos de los tiempos de ejecución, aumentaría los costos de implementación, y afectaría la calidad del producto.</p>

Fuente: Construcción del autor.

Anexo T. Diagrama de flujo de entradas y salidas



Fuente: Construcción del autor.

Anexo U. Cálculos de huella de carbono

	ID	PROCESOS A DESARROLAR EN EL PROYECTO
1. FASE I CASO DE NEGOCIO	1	ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO
	ID	PROCESOS A DESARROLAR EN EL PROYECTO
2. FASE II DISEÑO	1	ANÁLISIS DE LEGISLACIÓN TÉCNICA VIGENTE
	2	DISEÑO MECÁNICO
	3	DISEÑO ELÉCTRICO
	ID	PROCESOS A DESARROLAR EN EL PROYECTO
3. FASE III CONSTRUCCIÓN	1	ENSAMBLE MECÁNICO
	2	ENSAMBLE TABLERO ELÉCTRICO
	3	INSPECCIÓN Y PRUEBAS EN FÁBRICA
	4	EMBALAJE
	ID	PROCESOS A DESARROLAR EN EL PROYECTO
4. FASE IV PUESTA EN MARCHA	1	INSPECCIÓN, MONTAJE MECÁNICO Y MONATJE ELÉCTRICO
	2	PRUEBAS ELÉCTRICAS EN SITIO

CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO PROCESOS DE LA FASE I:								
ID	1	ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO		DURACIÓN TOTAL:		1,00	MESES	
Cálculo de huella de carbono para PAPELERÍA								
MATERIA PRIMA	TIEMPO (MESES)	CANTIDA D RESMAS (UND)	PESO RESMA (Kg por und)	CONSUMO TOTAL (Kg)	FACTOR DE EMISIÓN (kgCO ₂ /kg papel)		EMISIÓN TOTAL (KgCO ₂)	
PAPEL	1	2	0,075	0,150	3,34		0,501	
					EMISIÓN TOTAL (CO ₂ / kg)		0,501	
					EMISIÓN TOTAL EN TONELADAS de carbono		0,000501	
Fuentes de datos								
Peso de Papel: Copy Plac- Papel procedente de fuentes responsables FSC C102847 (75 g)								
Factor de emisión: Corporación ambiental empresarial-Cámara de comercio de Bogotá								
Cálculo de huella de carbono para ENERGÍA ELÉCTRICA								
EQUIPOS	TIEMPO (DÍAS)	CANTIDA D EQUIPOS (UND)	TRABAJO ACUMULAD O (DÍAS)	HORAS DIARIAS * TRABAJO ACUM (HORAS)	FACTOR DE CONSUMO (WATTS)	CONSUMO REAL (Kwh)	FACTOR DE EMISIÓN (Kg de carbono / Kwh)	EMISIÓN TOTAL (Kg de carbono)
COMPUTADOR ES	30	2	60	480	40	19,2	0,136	2,6112

IMPRESORA	30	1	30	240	300	72	0,136	9,792
ROUTER INTERNET	30	1	30	240	25	6	0,136	0,816
					EMISIÓN TOTAL (CO ₂ / kg)		13,21	
					Emisión total en toneladas de carbono		0,0132192	
Fuentes de datos Consumo de algunos equipos electrónicos: https://www.supersociedades.gov.co/nuestra_entidad/Documentos%20compartidos/INFORME%20CALCULO%20HUELLA%20DE%20CARBONO-2015.pdf Factor de emisión: Corporación ambiental empresarial-Cámara de comercio de Bogotá								
Cálculo de huella de carbono para COMBUSTIBLE								
VEHÍCULOS	CANTIDAD PASAJEROS	Km RECORRIDOS (pKm)		FACTOR DE EMISIÓN (Kg de carbono /pKm)			EMISIÓN TOTAL (Kg de carbono)	
DESPLAZAMIENTOS	1	370		0,172			63,64	
					EMISIÓN TOTAL (CO ₂ / kg)		63,64	
					Emisión total en toneladas de carbono		0,06364	

Fuentes de datos**Cálculo y factor de emisión:** Product Carbon Footprinting for Beginners; 6. Guidance on calculation of a PCF**UPME:** [//www.siame.gov.co/Inicio/C%C3%A1lculofactordeemisi%C3%B3n/tabid/77/Default.aspx](http://www.siame.gov.co/Inicio/C%C3%A1lculofactordeemisi%C3%B3n/tabid/77/Default.aspx)**RESUMEN DEL CÁLCULO DE HUELLA DE CARBONO PARA ÍTEM 1: CASO DE NEGOCIO**

Componente	H.C. total (CO ₂ eq / kg)	H.C. total (CO ₂ eq / TON)
Papelería	0,501	0,000501
En. Eléctrica	13,219	0,0132192
Combustible	63,640	0,06364
TOTAL	77,360	0,0773602

FIN FASE I DEL PROYECTO - INICIO FASE II**CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO PROCESOS DE LA FASE II:**

ID	1	ANÁLISIS DE LEGISLACIÓN TÉCNICA VIGENTE	DURACIÓN TOTAL:	0,50	MESES	
Cálculo de huella de carbono para PAPELERÍA						
MATERIA PRIMA	TIEMPO (MESES)	CANTIDAD RESMAS (UND)	PESO RESMA (Kg por und)	CONSUMO TOTAL (Kg)	FACTOR DE EMISIÓN (KgCO₂eq/Kg papel)	EMISIÓN TOTAL (CO₂ eq / kg)
PAPEL	0,50	2	0,075	0,075	1,84	0,138

					EMISIÓN TOTAL (CO ₂ eq / kg)		0,138	
					Emisión total en toneladas de carbono		0,000138	
Fuentes de datos Peso de Papel: Reprograf Factor de emisión: Corporación ambiental empresarial-Cámara de comercio de Bogotá								
Cálculo de huella de carbono para ENERGÍA ELÉCTRICA								
EQUIPOS	TIEMPO (DÍAS)	CANTIDAD EQUIPOS (UND)	TRABAJO ACUMULADO (DÍAS)	HORAS DIARIAS * TRABAJO ACUM (HORAS)	FACTOR DE CONSUMO (WATTS)	CONSUMO REAL (Kwh)	FACTOR DE EMISIÓN (KgCO ₂ eq/ Kwh)	EMISIÓN TOTAL (CO ₂ eq / kg)
COMPUTADORES	32	2	64	512	40	20,48	0,136	2,78528
IMPRESORA	32	1	32	256	300	76,8	0,136	10,4448
ROUTER INTERNET	32	1	32	256	25	6,4	0,136	0,8704
					EMISIÓN TOTAL (CO ₂ eq / kg)		14,100	
					Emisión total en toneladas de carbono		0,01410048	
Fuentes de datos Consumo de algunos equipos electrónicos: https://www.supersociedades.gov.co/nuestra_entidad/Documentos%20compartidos/INFORME%20CALCULO%20HUELLA%20DE%20CARBONO-2015.pdf Factor de emisión: Corporación ambiental empresarial-Cámara de comercio de Bogotá								

RESUMEN DEL CÁLCULO DE HUELLA DE CARBONO PARA ÍTEM 1: ANÁLISIS DE LEGISLACIÓN TÉCNICA VIGENTE		
Componente	H.C. total (CO ₂ eq / kg)	H.C. total (CO ₂ eq / TON)
Papelería	0,138	0,000138
En. Eléctrica	14,100	0,01410048
TOTAL	14,238	0,01423848

ID	2	DISEÑO MECÁNICO	DURACIÓN TOTAL:	1,20	MESES	
Cálculo de huella de carbono para PAPELERÍA						
MATERIA PRIMA	TIEMPO (MESES)	CANTIDAD RESMAS (UND)	PESO RESMA (Kg por und)	CONSUMO TOTAL (Kg)	FACTOR DE EMISIÓN (Kg CO ₂ eq/Kg papel)	EMISIÓN TOTAL (CO ₂ eq / kg)
PAPEL	1,20	1	0,075	0,090	1,84	0,166
					EMISIÓN TOTAL (CO ₂ eq / kg)	0,166
					Emisión total en toneladas de carbono	0,0001656
Fuentes de datos Peso de Papel: Reprograf Factor de emisión: Corporación ambiental empresarial-Cámara de comercio de Bogotá						

Cálculo de huella de carbono para ENERGÍA ELÉCTRICA								
EQUIPOS	TIEMPO (DÍAS)	CANTIDAD EQUIPOS (UND)	TRABAJO ACUMULADO (DÍAS)	HORAS DIARIAS * TRABAJO ACUM (HORAS)	FACTOR DE CONSUMO (WATTS)	CONSUMO REAL (Kwh)	FACTOR DE EMISIÓN (KgC CO ₂ eq/ Kwh)	EMISIÓN TOTAL (CO ₂ eq / kg)
COMPUTADORES	36	2	72	576	40	23,04	0,136	3,13344
IMPRESORA	5	1	5	40	300	12	0,136	1,632
ROUTER INTERNET	36	1	36	288	25	7,2	0,136	0,9792
					EMISIÓN TOTAL (CO ₂ eq / kg)		5,745	
					Emisión total en toneladas de carbono		0,00574464	

Fuentes de datos

Consumo de algunos equipos electrónicos:

https://www.supersociedades.gov.co/nuestra_entidad/Documentos%20compartidos/INFORME%20CALCULO%20HUELLA%20DE%20CARBONO-2015.pdf

Factor de emisión: Corporación ambiental empresarial-Cámara de comercio de Bogotá

RESUMEN DEL CÁLCULO DE HUELLA DE CARBONO PARA ÍTEM 2: DISEÑO MECÁNICO		
Componente	H.C. total (CO ₂ eq / kg)	H.C. total (CO ₂ eq / TON)
Papelería	0,166	0,0001656
En. Eléctrica	5,745	0,00574464
TOTAL	5,910	0,00591024

ID	3	DISEÑO ELÉCTRICO		DURACIÓN TOTAL:		1,50	MESES	
Cálculo de huella de carbono para PAPELERÍA								
MATERIA PRIMA	TIEMPO (MESES)	CANTIDAD RESMAS (UND)	PESO RESMA (Kg por und)	CONSUMO TOTAL (Kg)	FACTOR DE EMISIÓN (Kg CO2eq/Kg papel)		EMISIÓN TOTAL (CO2 eq / kg)	
PAPEL	1,50	1	0,075	0,113	1,84		0,207	
					EMISIÓN TOTAL (CO2 eq / kg)		0,207	
					Emisión total en toneladas de carbono		0,000207	
Fuentes de datos								
Peso de Papel: Reprograf								
Factor de emisión: Corporación ambiental empresarial-Cámara de comercio de Bogotá								
Cálculo de huella de carbono para ENERGÍA ELÉCTRICA								
EQUIPOS	TIEMPO (DÍAS)	CANTIDAD EQUIPOS (UND)	TRABAJO ACUMULADO (DÍAS)	HORAS DIARIAS * TRABAJO ACUM (HORAS)	FACTOR DE CONSUMO (WATTS)	CONSUMO REAL (Kwh)	FACTOR DE EMISIÓN (Kg CO2eq/ Kwh)	EMISIÓN TOTAL (CO2eq / kg)
COMPUTADORES	7	1	7	56	40	2,24	0,136	0,30464
IMPRESORA	7	1	7	56	300	16,8	0,136	2,2848
ROUTER INTERNET	7	1	7	56	25	1,4	0,136	0,1904
					EMISIÓN TOTAL (CO2 eq / kg)		2,780	

	Emisión total en toneladas de carbono	0,00277984															
Fuentes de datos Consumo de algunos equipos electrónicos: https://www.supersociedades.gov.co/nuestra_entidad/Documentos%20compartidos/INFORME%20CALCULO%20HUELLA%20DE%20CARBONO-2015.pdf Factor de emisión: Corporación ambiental empresarial-Cámara de comercio de Bogotá																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">RESUMEN DEL CÁLCULO DE HUELLA DE CARBONO PARA ÍTEM 3: DISEÑO ELÉCTRICO</th></tr> <tr> <th>Componente</th><th>H.C. total (CO₂ eq / kg)</th><th>H.C. total (CO₂ eq / TON)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Papelería</td><td>0,207</td><td>0,000207</td></tr> <tr> <td>En. Eléctrica</td><td>2,780</td><td>0,00277984</td></tr> <tr> <td>TOTAL</td><td>2,987</td><td>0,00298684</td></tr> </tbody> </table>			RESUMEN DEL CÁLCULO DE HUELLA DE CARBONO PARA ÍTEM 3: DISEÑO ELÉCTRICO			Componente	H.C. total (CO ₂ eq / kg)	H.C. total (CO ₂ eq / TON)	Papelería	0,207	0,000207	En. Eléctrica	2,780	0,00277984	TOTAL	2,987	0,00298684
RESUMEN DEL CÁLCULO DE HUELLA DE CARBONO PARA ÍTEM 3: DISEÑO ELÉCTRICO																	
Componente	H.C. total (CO ₂ eq / kg)	H.C. total (CO ₂ eq / TON)															
Papelería	0,207	0,000207															
En. Eléctrica	2,780	0,00277984															
TOTAL	2,987	0,00298684															

FIN FASE II DEL PROYECTO - INICIO FASE III						
CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO PROCESOS DE LA FASE III:						
ID	1	ENSAMBLE MECÁNICO	DURACIÓN TOTAL:	0,33	MESES	
Cálculo de huella de carbono para PAPELERÍA						
MATERIA PRIMA	TIEMPO (MESES)	CANTIDAD RESMAS (UND)	PESO RESMA (Kg por und)	CONSUMO TOTAL (Kg)	FACTOR DE EMISIÓN (KgC CO ₂ eq/Kg papel)	EMISIÓN TOTAL (CO ₂ eq / kg)
PAPEL	0,33	1	0,075	0,025	1,84	0,046

					EMISIÓN TOTAL (CO ₂ eq / kg)	0,046		
					Emisión total en toneladas de carbono	0,000046		
Fuentes de datos Peso de Papel: Reprograf Factor de emisión: Corporación ambiental empresarial-Cámara de comercio de Bogotá								
Cálculo de huella de carbono para ENERGÍA ELÉCTRICA								
EQUIPOS	TIEMPO (DÍAS)	CANTIDAD EQUIPOS (UND)	TRABAJO ACUMULADO (DÍAS)	HORAS DIARIAS * TRABAJO ACUM (HORAS)	FACTOR DE CONSUMO (WATTS)	CONSUMO REAL (Kwh)	FACTOR DE EMISIÓN (Kg CO ₂ eq/ Kwh)	EMISIÓN TOTAL (CO ₂ eq / kg)
COMPUTADORES	10	1	10	80	40	3,2	0,136	0,4352
IMPRESORA	10	1	10	80	300	24	0,136	3,264
ROUTER INTERNET	10	1	10	80	25	2	0,136	0,272
HERRAMIENTA ELÉCTRICA	30	3	90	720	30	21,6	0,136	2,9376
					EMISIÓN TOTAL (CO ₂ eq / kg)		6,909	
					Emisión total en toneladas de carbono		0,0069088	

Fuentes de datos**Consumo de algunos equipos electrónicos:**

https://www.supersociedades.gov.co/nuestra_entidad/Documentos%20compartidos/INFORME%20CALCULO%20HUELLA%20DE%20CARBONO-2015.pdf

Factor de emisión: Corporación ambiental empresarial-Cámara de comercio de Bogotá

RESUMEN DEL CÁLCULO DE HUELLA DE CARBONO PARA ÍTEM 1: ENSAMBLE MECÁNICO

Componente	H.C. total (CO ₂ eq / kg)	H.C. total (CO ₂ eq / TON)
Papelería	0,046	0,000046
En. Eléctrica	6,909	0,0069088
TOTAL	6,955	0,0069548

ID	2	ENSAMBLE ELÉCTRICO			DURACIÓN TOTAL:	1,17	MESES	
Cálculo de huella de carbono para PAPELERÍA								
MATERIA PRIMA		TIEMPO (MESES)	CANTIDAD RESMAS (UND)	PESO RESMA (Kg por und)	CONSUMO TOTAL (Kg)	FACTOR DE EMISIÓN (Kg CO ₂ eq/Kg papel)		EMISIÓN TOTAL (C CO ₂ eq / kg)
PAPEL		1,17	1	0,075	0,088	1,84		0,161
						EMISIÓN TOTAL (CO ₂ eq / kg)		0,161

					Emisión total en toneladas de carbono		0,000161	
Fuentes de datos Peso de Papel: Reprograf Factor de emisión: Corporación ambiental empresarial-Cámara de comercio de Bogotá								
Cálculo de huella de carbono para ENERGÍA ELÉCTRICA								
EQUIPOS	TIEMPO (DÍAS)	CANTIDAD EQUIPOS (UND)	TRABAJO ACUMULADO (DÍAS)	HORAS DIARIAS * TRABAJO ACUM (HORAS)	FACTOR DE CONSUMO (WATTS)	CONSUMO REAL (Kwh)	FACTOR DE EMISIÓN (Kg CO ₂ eq/ Kwh)	EMISIÓN TOTAL (CO ₂ eq / kg)
COMPUTADORES	35	1	35	280	40	11,2	0,136	1,52
IMPRESORA	35	1	35	280	300	84	0,136	11,42
ROUTER INTERNET	35	1	35	280	25	7	0,136	0,95
HERRAMIENTA ELÉCTRICA	15	2	30	240	30	7,2	0,136	0,97
					EMISIÓN TOTAL (CO ₂ eq / kg)		13,89	
					Emisión total en toneladas de carbono		0,0138992	

Fuentes de datos**Consumo de algunos equipos electrónicos:**

https://www.supersociedades.gov.co/nuestra_entidad/Documentos%20compartidos/INFORME%20CALCULO%20HUELLA%20DE%20CARBONO-2015.pdf

Factor de emisión: Corporación ambiental empresarial-Cámara de comercio de Bogotá

RESUMEN DEL CÁLCULO DE HUELLA DE CARBONO PARA ÍTEM 2: ENSAMBLE ELÉCTRICO

Componente	H.C. total (CO ₂ eq / kg)	H.C. total (CO ₂ eq / TON)
Papelería	0,161	0,000161
En. Eléctrica	13,899	0,0138992
TOTAL	14,060	0,0140602

ID	3	INSPECCIÓN Y PRUEBAS FAT			DURACIÓN TOTAL:	1,00	MESES	
Cálculo de huella de carbono para PAPELERÍA								
MATERIA PRIMA		TIEMPO (MESES)	CANTIDAD RESMAS (UND)	PESO RESMA (Kg por und)	CONSUMO TOTAL (Kg)	FACTOR DE EMISIÓN (Kg CO ₂ eq/Kg papel)		EMISIÓN TOTAL (C CO ₂ eq / kg)
PAPEL		1,00	1	0,075	0,075	1,84		0,138
						EMISIÓN TOTAL (CO ₂ eq / kg)		0,138

					Emisión total en toneladas de carbono		0,000138	
Fuentes de datos Peso de Papel: Reprograf Factor de emisión: Corporación ambiental empresarial-Cámara de comercio de Bogotá								
Cálculo de huella de carbono para ENERGÍA ELÉCTRICA								
EQUIPOS	TIEMPO (DÍAS)	CANTIDAD EQUIPOS (UND)	TRABAJO ACUMULADO (DÍAS)	HORAS DIARIAS * TRABAJO ACUM (HORAS)	FACTOR DE CONSUMO (WATTS)	CONSUMO REAL (Kwh)	FACTOR DE EMISIÓN (Kg CO ₂ eq/ Kwh)	EMISIÓN TOTAL (CO ₂ eq / kg)
COMPUTADORES	1	1	1	8	40	0,32	0,136	0,04352
IMPRESORA	1	1	1	8	300	2,4	0,136	0,3264
ROUTER INTERNET	1	1	1	8	25	0,2	0,136	0,0272
BANCO DE PRUEBAS	15	1	15	120	10	1,2	0,136	0,1632
					EMISIÓN TOTAL (CO₂ eq / kg)		0,560	
					Emisión total en toneladas de carbono		0,00056032	
Fuentes de datos Consumo de algunos equipos electrónicos: https://www.supersociedades.gov.co/nuestra_entidad/Documentos%20compartidos/INFORME%20CALCULO%20HUELLA%20DE%20CARBONO-2015.pdf Factor de emisión: Corporación ambiental empresarial-Cámara de comercio de Bogotá								

RESUMEN DEL CÁLCULO DE HUELLA DE CARBONO PARA ÍTEM 3: INSPECCIÓN Y PRUEBAS FAT		
Componente	H.C. total (CO ₂ eq / kg)	H.C. total (CO ₂ eq / TON)
Papelería	0,138	0,000138
En. Eléctrica	0,560	0,0005603 2
TOTAL	0,698	0,0006983 2

ID	4	EMBALAJE			DURACIÓN TOTAL:	0,18	MESES	
Cálculo de huella de carbono para PAPELERÍA								
MATERIA PRIMA	TIEMPO (MESES)	CANTIDAD RESMAS (UND)	PESO RESMA (Kg por und)	CONSUMO TOTAL (Kg)	FACTOR DE EMISIÓN (KgCO ₂ eq/Kg papel)	EMISIÓN TOTAL (CO ₂ eq / kg)		
PAPEL	0,18	0,5	0,075	0,007	1,84	0,013		
					EMISIÓN TOTAL (CO ₂ eq / kg)	0,013		
					Emisión total en toneladas de carbono	0,00001265		

Fuentes de datos**Peso de Papel:** Reprograf**Factor de emisión:** Corporación ambiental empresarial-Cámara de comercio de Bogotá**Cálculo de huella de carbono para ENERGÍA ELÉCTRICA**

EQUIPOS	TIEMPO (DÍAS)	CANTIDAD EQUIPOS (UND)	TRABAJO ACUMULADO (DÍAS)	HORAS DIARIAS * TRABAJO ACUM (HORAS)	FACTOR DE CONSUM O (WATTS)	CONSUM O REAL (Kwh)	FACTOR DE EMISIÓN (Kg CO ₂ eq/ Kwh)	EMISIÓN TOTAL (CO ₂ eq / kg)
COMPUTADORES	5,5	1	5,5	44	40	1,76	0,136	0,23936
IMPRESORA	5,5	1	5,5	44	300	13,2	0,136	1,7952
ROUTER INTERNET	5,5	1	5,5	44	25	1,1	0,136	0,1496
COMPRESOR	5	1	5	40	20	0,8	0,136	0,1088
						EMISIÓN TOTAL (CO₂ eq / kg)	2,293	
						Emisión total en toneladas de carbono	0,00229296	

Fuentes de datos**Consumo de algunos equipos electrónicos:**

https://www.supersociedades.gov.co/nuestra_entidad/Documentos%20compartidos/INFORME%20CALCULO%20HUELLA%20DE%20CARBONO-2015.pdf

Factor de emisión: Corporación ambiental empresarial-Cámara de comercio de Bogotá**RESUMEN DEL CÁLCULO DE HUELLA DE CARBONO PARA ÍTEM 4: EMBALAJE**

Componente	H.C. total (CO ₂ eq / kg)	H.C. total (CO ₂ eq / TON)
------------	--	---

		Papelería	0,013	0,0000126				
		En. Eléctrica	2,293	0,0022929				
		TOTAL	2,306	0,0023056				
FIN FASE III DEL PROYECTO - INICIO FASE IV								
CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO PROCESOS DE LA FASE IV:								
ID	1	INSPECCIÓN, MONTAJE MECÁNICO Y MONATJE ELÉCTRICO		DURACIÓN TOTAL:	1,00	MESES		
Cálculo de huella de carbono para PAPELERÍA								
MATERIA PRIMA	TIEMPO (MESES)	CANTIDAD RESMAS (UND)	PESO RESMA (Kg por und)	CONSUMO TOTAL (Kg)	FACTOR DE EMISIÓN (Kg CO2eq/Kg papel)	EMISIÓN TOTAL (CO2eq / kg)		
PAPEL	1,00	0,5	0,075	0,038	1,84	0,069		
					EMISIÓN TOTAL (CO2 eq / kg)	0,069		
					Emisión total en toneladas de carbono	0,000069		
Fuentes de datos								
Peso de Papel: Reprograf								
Factor de emisión: Corporación ambiental empresarial-Cámara de comercio de Bogotá								
Cálculo de huella de carbono para ENERGÍA ELÉCTRICA								
EQUIPOS	TIEMPO (DÍAS)	CANTIDAD EQUIPOS (UND)	TRABAJO ACUMULADO (DÍAS)	HORAS DIARIAS * TRABAJO ACUM (HORAS)	FACTOR DE CONSUMO (WATTS)	CONSUMO REAL (Kwh)	FACTOR DE EMISIÓN (Kg CO2eq/	EMISIÓN TOTAL (CO2 eq /

							Kwh)	kg)
COMPUTADORES	30	1	30	240	40	9,6	0,136	1,3056
IMPRESORA	15	1	15	120	300	36	0,136	4,896
ROUTER INTERNET	30	1	30	240	25	6	0,136	0,816
HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS	25	5	125	1000	500	500	0,136	68
						EMISIÓN TOTAL (CO₂ eq / kg)	75,018	
						Emisión total en toneladas de carbono	0,0750176	

Fuentes de datos**Consumo de algunos equipos electrónicos:**

https://www.supersociedades.gov.co/nuestra_entidad/Documentos%20compartidos/INFORME%20CALCULO%20HUELLA%20DE%20CARBONO-2015.pdf

Factor de emisión: Corporación ambiental empresarial-Cámara de comercio de Bogotá

RESUMEN DEL CÁLCULO DE HUELLA DE CARBONO PARA ÍTEM 1: INSPECCIÓN, MONTAJE MECÁNICO Y MONTAJE ELÉCTRICO		
Componente	H.C. total (CO ₂ eq / kg)	H.C. total (CO ₂ eq / TON)
Papelería	0,069	0,000069
En. Eléctrica	75,018	0,0750176
TOTAL	75,087	0,0750866

ID	2	PRUEBAS ELÉCTRICAS EN SITIO			DURACIÓN TOTAL:	0,10	MESES	
Cálculo de huella de carbono para PAPELERÍA								
MATERIA PRIMA	TIEMPO (MESES)	CANTIDAD RESMAS (UND)	PESO RESMA (Kg por und)	CONSUMO TOTAL (Kg)	FACTOR DE EMISIÓN (Kg CO2eq/Kg papel)	EMISIÓN TOTAL (CO2eq / kg)		
PAPEL	0,10	0,25	0,075	0,002	1,84	0,003		
					EMISIÓN TOTAL (CO2 eq / kg)	0,003		
					Emisión total en toneladas de carbono	0,00000345		
Fuentes de datos								
Peso de Papel: Reprograf								
Factor de emisión: Corporación ambiental empresarial-Cámara de comercio de Bogotá								
Cálculo de huella de carbono para ENERGÍA ELÉCTRICA								
EQUIPOS	TIEMPO (DÍAS)	CANTIDAD EQUIPOS (UND)	TRABAJO ACUMULADO (DÍAS)	HORAS DIARIAS * TRABAJO ACUM (HORAS)	FACTOR DE CONSUMO (WATTS)	CONSUMO REAL (Kwh)	FACTOR DE EMISIÓN (Kg CO2eq/ Kwh)	EMISIÓN TOTAL (CO2 eq / kg)
COMPUTADORES	3	1	3	24	40	0,96	0,136	0,13056
ROUTER INTERNET	3	1	3	24	25	0,6	0,136	0,0816

				EMISIÓN TOTAL (CO₂ eq / kg)	0,212
				EMISIÓN TOTAL EN TONELADAS CO₂eq	0,00021216

Fuentes de datos
Consumo de algunos equipos electrónicos:
https://www.supersociedades.gov.co/nuestra_entidad/Documentos%20compartidos/INFORME%20CALCULO%20HUELLA%20DE%20CARBONO-2015.pdf
Factor de emisión: Corporación ambiental empresarial-Cámara de comercio de Bogotá

Cálculo de huella de carbono para COMBUSTIBLE				
VEHÍCULOS	CANTIDAD PASAJEROS	Km RECORRIDOS (pKm)	FACTOR DE EMISIÓN (Kg CO ₂ eq/pKm)	EMISIÓN TOTAL (CO ₂ eq / kg)
DESPLAZAMIENTOS	3	200	0,172	34,400
			EMISIÓN TOTAL (CO₂ eq / kg)	34,400
			Emisión total en toneladas de carbono	0,0344

Fuentes de datos
Cálculo y factor de emisión: Product Carbon Footprinting for Beginners; 6. Guidance on calculation of a PCF
UPME: <http://www.siame.gov.co/Inicio/C%C3%A1lculofactordeemisi%C3%B3n/tabid/77/Default.aspx>

RESUMEN DEL CÁLCULO DE HUELLA DE CARBONO PARA ÍTEM 2: PRUEBAS ELÉCTRICAS EN SITIO			
Componente	H.C. total (CO ₂ eq / kg)	H.C. total (CO ₂ eq / TON)	
Papelería	0,003	0,00000345	
En. Eléctrica	0,212	0,00021216	

Combustible	34,400	0,0344
TOTAL	34,616	0,00021561

RESUMEN DE CÁLCULOS DE HUELLA DE CARBONO PARA EL PROYECTO

RESUMEN DEL CÁLCULO DE HUELLA DE CARBONO PARA PROCESOS DEL PROYECTO		
ID	PROCESOS A DESARROLLAR EN EL PROYECTO	H.C. total (CO ₂ eq / TON)
1	ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO	0,077
2	ANÁLISIS DE LEGISLACIÓN TÉCNICA VIGENTE	0,014
3	DISEÑO MECÁNICO	0,006
4	DISEÑO ELÉCTRICO	0,003
5	ENSAMBLE MECÁNICO	0,007
6	ENSAMBLE TABLERO ELÉCTRICO	0,014
7	INSPECCIÓN Y PRUEBAS EN FÁBRICA	0,001
8	EMBALAJE	0,002
9	INSPECCIÓN, MONTAJE MECÁNICO Y MONTAJE ELÉCTRICO	0,075
10	PRUEBAS ELÉCTRICAS EN SITIO	0,00022

Fuente: Construcción del autor.

Anexo V. Matriz P5 del GPM

Integradores del P5		Indicadores	Categorías de sostenibilidad	Sub Categorías	Elementos	Fase 1 DISEÑOS	Justificación	Fase 2 ADQUISICIONES	Justificación	Fase 3 MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA	Justificación
Producto	Objetivos y metas	Desarrollar el proyecto dentro de los márgenes de tiempo y costo	Sostenibilidad económica	Retorno de la inversión	Beneficios financieros directos	-1	En esta fase del proyecto se presenta un impacto positivo bajo, ya que el proyecto se encuentra en fase de diseño de infraestructura y procesos.	-3	Negociación de insumos con la tecnología y calidad requeridos para la implementación del proyecto.	-1	Se deben optimizar los costos de producción para anticipar una rentabilidad positiva del proyecto y así mejorar el tiempo de recuperación de la inversión.
		Valor presente neto			-2	Se contempla un impacto positivo medio, ya que los costos de diseños están dentro del margen y no se tienen afectaciones en los entregables.	-2	Se deben realizar negociaciones respecto a la adquisición de insumos y materiales, para ampliar el margen den rentabilidad del proyecto.	-1	En este punto el valor presente neto se mantiene estable debido a que el montaje y puesta en marcha esta dentro el margen de ejecución sin provocar sobre costos a esta fase.	
Proceso	Impactos	Eficiencia y estabilidad del proceso		Agilidad del negocio	Flexibilidad /Opción en el proyecto	-3	Se tiene un impacto positivo alto debido a que dentro de la ingeniería se contemplan tecnologías que aportan a la conservación del medio ambiente.	-2	Se evaluar a los proveedores para garantizar un adecuado cumplimiento de la programación y puesta en marcha del proyecto.	-1	Se validará la anticipación de actividades que recorten el tiempo de puesta en marcha para optimizar los costos de operación y anticipar la rentabilidad positiva.
					Flexibilidad creciente del negocio	-2	Se establecen todos los procesos requeridos para implementación dinámica del proyecto.	-2	Evaluar la calidad de los proveedores para garantizar la calidad de los suministros y contratos.	-1	Durante la implementación del producto, se debe promocionar en el sector la posible implementación de soluciones energéticas solares que impulsen el panorama de suministros.

				Estimulación económica	Impacto local económico	-3	Se tiene un impacto alto, ya que el proyecto aporta a la conservación del medio ambiente y promueve el uso de fuentes energías renovables.	-2	Se realizará la compra de materiales consumibles en la comunidad local para promover la economía del sector.	-2	La implementación de las estaciones solares alivia los costos de vida de la comunidad donde se implementarán los sistemas, al no depender de la electrificadora para sus necesidades energéticas.
					Beneficios indirectos	-2	Fortalecimiento de la oferta de energía con la implementación de fuentes de energía limpias.	-3	Obtención de alivios tributarios por el uso de tecnologías renovables.	-2	Aumento de la demanda de soluciones de energía solar en el sector de implementación del proyecto.
	Objetivos y metas	Desarrollar el proyecto dentro de los márgenes de tiempo y costo	Sostenibilidad ambiental	Transporte	Proveedores locales	0	No Aplica	-2	Selección de proveedores locales que cumpla con los requerimientos del proyecto.	0	No Aplica
	Impactos	Eficiencia y estabilidad del proceso			Comunicación digital	0	No Aplica	-2	Mantener comunicación con los proveedores por medios digitales para minimizar la afectación del medio ambiente.	-1	Se realizará el envío de reportes diarios de actividades, donde se realice seguimientos a las actividades asociadas a esta fase.
					Viajes	0	No Aplica	0	No Aplica	-2	Los viajes estarán contralados por órdenes de servicio y cronograma de ejecución.
					Transporte	0	No Aplica	-3	Los proveedores deberán realizar el traslado de los suministros, como condición comercial para la compra.	-2	Los servicios de transportes requeridos para la implementación de producto serán contratados a con proveedores que cumplan los requerimientos de seguridad necesarios para movilizar personal y equipos.

				Energía	Energía usada	-3	Desarrollo de ingeniería donde se contemple el uso de tecnologías de bajo consumo.	1	Se realizará un óptimo uso del servicio de energía eléctrica, debido a que su uso tiene impacto sobre el medio ambiente	-3	Durante la instalación y puesta en marcha del producto no se utilizará suministro de energía convencional ya que las estaciones se instalarán con herramientas eléctricas portátiles y las pruebas funcionales se ejecutarán con el suministro de energía solar.
					Emisiones /CO2 por la energía usada	3	El desarrollo de actividades de diseño impacta negativamente el ambiente por el consumo constante de Kilovatios de energía y es utilizada durante todo el ciclo de vida del proyecto	3	El desarrollo de actividades de diseño impacta negativamente el ambiente por el consumo constante de Kilovatios de energía y es utilizada durante todo el ciclo de vida del proyecto	1	El desarrollo de actividades de puesta en marcha tiene impacto durante las actividades en la planta y el transporte del equipo. Las actividades ejecutadas en sitio de instalación no representan emisiones que impacten el ambiente.
					Retorno de energía limpia	0	No Aplica	0	No Aplica	0	No Aplica
				Residuos	Reciclaje	-2	Durante la fase de diseño se realizará reutilizará el papel de impresión y se fomentará el uso de documentos digitalizados.	-2	Durante la fase de adquisiciones se reutilizará el papel de impresión y se fomentará el uso de documentos digitalizados para el manejo con los proveedores.	-2	Durante la fase de montaje y puesta en marcha se reutilizará el papel de impresión y se fomentará el uso de documentos digitalizados.
					Disposición final	-2	Los residuos generados se les darán disposición final con personal externo encargado de la recuperación de residuos reciclables.	-2	Los residuos generados se les dará disposición final con personal externo encargado de la recuperación de residuos reciclables.	-2	Los residuos generados se les darán disposición final con proveedores certificados para la recuperación de residuos reciclables.

					Reusabilidad	-2	Se reutilizará el papel de impresión y demás accesorios consumibles de oficina que se puedan aprovechar más de una vez.	-2	Se reutilizará el papel de impresión y demás accesorios consumibles de oficina que se puedan aprovechar más de una vez.	-1	Se reutilizará el papel de impresión y demás accesorios consumibles de la operación que se puedan aprovechar más de una vez.
					Energía incorporada	2	Para el suministro de energía, se usará la red de energía convencional, lo que representa un impacto negativo al medio ambiente.	2	Para el suministro de energía, se usará la red de energía convencional, lo que representa un impacto negativo al medio ambiente.	2	El desarrollo de actividades de montaje y puesta en marcha tiene impacto durante las actividades en la planta.
					Residuos	-2	La disposición de residuos se realizará a través de centros de acopio, donde se realiza el proceso de disposición final adecuado.	-2	La disposición de residuos se realizará a través de centros de acopio, donde se realiza el proceso de disposición final adecuado.	0	La disposición de residuos se realizará a través de centros de acopio, donde se realiza el proceso de disposición final adecuado con proveedores certificados.
				Agua	Calidad del agua	0	No Aplica	0	No Aplica	0	No Aplica
					Consumo del agua	-1	Se implementarán estrategias de sensibilización del personal en busca de la conservación y uso adecuado de recursos naturales.	-1	Se implementarán estrategias de sensibilización del personal en busca de la conservación y uso adecuado de recursos naturales.	-1	Se implementarán estrategias de sensibilización del personal en busca de la conservación y uso adecuado de recursos naturales.

	Objetivos y metas	Desarrollar el proyecto dentro de los márgenes de tiempo y costo	Sostenibilidad social	Prácticas laborales y trabajo decente	Empleo	-3	Se requiere de personal de perfil profesional y técnico, para la ejecución de las actividades relacionadas a la fase de diseño de procesos e ingeniería de infraestructura y producto.	-3	Se requiere de personal de perfil profesional, para la ejecución de las actividades relacionadas a la fase de adquisiciones.	-3	Se requiere de personal de perfil profesional y técnico, para la ejecución de las actividades relacionadas a la fase de diseño de procesos e ingeniería de infraestructura y producto.
	Impactos	Eficiencia y estabilidad del proceso			Relaciones laborales	-2	Se definirán políticas donde se divulguen los derechos y deberes de los participantes en el proyecto. Para garantizar que no se vulneren sus derechos.	-2	Se definirán políticas donde se divulguen los derechos y deberes de los participantes en el proyecto. Para garantizar que no se vulneren sus derechos.	-2	Se definirán políticas donde se divulguen los derechos y deberes de los participantes en el proyecto. Para garantizar que no se vulneren sus derechos.
					Salud y seguridad	-3	Se cumplirán con las políticas y normatividad vigente en cuanto a salud y seguridad para garantizar la conservación del recurso humano requerido para la ejecución del proyecto.	-3	Se cumplirán con las políticas y normatividad vigente en cuanto a salud y seguridad para garantizar la conservación del recurso humano requerido para la ejecución del proyecto.	-3	Se cumplirán con las políticas y normatividad vigente en cuanto a salud y seguridad para garantizar la conservación del recurso humano requerido para la ejecución del proyecto.
					Educación y capacitación	-3	Dado que el proyecto iniciará con tecnologías poco implementadas, se realizarán capacitaciones técnicas que fortalezcan los conocimientos respecto a las	-3	Se realizarán capacitaciones técnicas para el recurso humano de adquisiciones con el fin de fortalecer sus conocimientos en cuanto la tecnología requerida para el proyecto.	-3	Capacitación al personal técnico sobre la implementación del producto y metodologías de pruebas funcionales y puesta en servicio.

							tecnologías a implementar.				
					Aprendizaje organizacional	-2	Se programan actividades para compartir los criterios de diseño de la implementación del proyecto.	-2	Se programan actividades para compartir los avances diarios de las adquisiciones requeridas.	-2	Se realizarán reuniones de cierre por cada sistema instalado para identificar acciones de mejorar y mejorar los procesos del proyecto.
					Diversidad e igualdad de oportunidades	-2	El recurso humano debe cumplir las necesidades profesionales de esta fase del proyecto, sin importar su estatus social, raza o religión.	-3	El recurso humano debe cumplir las necesidades profesionales de esta fase del proyecto, sin importar su estatus social, raza o religión.	-3	El recurso humano debe cumplir las necesidades profesionales de esta fase del proyecto, sin importar su estatus social, raza o religión.
				Derechos humanos	No discriminación	-3	Para el desarrollo de actividades de esta fase, no se tiene ningún tipo de exigencia social o económica. Por el contrario el proyecto está direccionado a la inclusión social.	-3	Para el desarrollo de actividades de esta fase, no se tiene ningún tipo de exigencia social o económica. Por el contrario el proyecto está direccionado a la inclusión social.	-3	Para el desarrollo de actividades de esta fase, no se tiene ningún tipo de exigencia social o económica. Por el contrario el proyecto está direccionado a la inclusión social.
					Libre asociación	-1	Según la criticidad de la información, será divulgada a los involucrados del proyecto para garantizar el buen desarrollo del proyecto, siendo de total conocimiento del grupo de trabajo.	-1	Los involucrados del proyecto, tendrán total libertad de divulgar sus expectativas y pensamientos a fin de promover sus necesidades.	-1	Los involucrados del proyecto, tendrán total libertad de divulgar sus expectativas y pensamientos a fin de promover sus necesidades.

					Trabajo infantil	-3	Se diseñarán políticas y procesos de selección que mitiguen totalmente la inclusión de infantes al proyecto ya que va en contravía con la sostenibilidad del proyecto.	-3	Las políticas y procesos restringen totalmente la inclusión de infantes al proyecto ya que va en contravía con la sostenibilidad del proyecto.	-3	Las políticas y procesos restringen totalmente la inclusión de infantes al proyecto ya que va en contravía con la sostenibilidad del proyecto.
					Trabajo forzoso y obligatorio	-3	Se definirán objetivos a alcanzar por el recurso humano involucrado en esta fase, sin sobrepasar los límites de capacidad de trabajo del recurso.	-3	Se definirán objetivos a alcanzar por el recurso humano involucrado en esta fase, sin sobrepasar los límites de capacidad de trabajo del recurso.	-3	Se definirá objetivos a alcanzar por el recurso humano involucrado en esta fase, sin sobrepasar los límites de capacidad de trabajo del recurso.
				Sociedad y consumidores	Apoyo de la comunidad	-2	Durante la selección de personal para esta fase se dará prioridad a la comunidad, donde divulgará las necesidades del recurso técnico requerido para esta fase.	-3	Durante la selección de proveedores de insumos no especializados para esta fase se dará prioridad a la comunidad, donde divulgará las necesidades del recurso técnico requerido para esta fase.	-3	Se realizará capacitación a usuarios de las estaciones solares para asegurar su adecuado funcionamiento.
					Políticas públicas/cumplimiento	-3	Dentro de la fase de diseño se analizará la normatividad vigente para tenerla en cuenta en la implementación del proyecto.	-3	Durante la fase de adquisiciones se cumplirá con las políticas tributarias que afecten los suministros requeridos y contratos requeridos por el proyecto.	-3	El desarrollo de actividades técnicas, estará enmarcado por el cumplimiento de estándares de calidad y técnicas de trabajo adecuadas que garanticen la integridad de recursos y personal.

					Salud y seguridad del consumidor	0	No Aplica	0	No Aplica.	-3	Las estaciones solares cumplen con la normatividad de operación y seguridad para el usuario, garantizando su integridad con el uso del producto.
					Etiquetas de productos y servicios	-3	El diseño y edición de las etiquetas de los productos reflejarán el cumplimiento de las normas vigentes, garantizando la localidad y confianza del suministro.	0	No Aplica.	-3	El diseño y edición de las etiquetas de los productos reflejarán el cumplimiento de las normas vigentes, garantizando la localidad y confianza del suministro.
					Mercadeo y publicidad	-3	Se realizará la publicidad necesaria para divulgar y dar a conocer el producto final y sus características técnicas.	0	No Aplica.	-3	Se realizará la publicidad necesaria para divulgar y dar a conocer el producto final y sus características técnicas.
					Privacidad del consumidor	0	No Aplica	0	No Aplica	-3	La información proveniente de los consumidores del producto, será tratada bajo la política confidencialidad del proyecto.
				Comportamiento ético	Prácticas de inversión y abastecimiento	-2	Definidos los diseños de proceso, infraestructura y producto, se realizará la implementación del proyecto teniendo como horizonte la recuperación de la inversión.	-3	Las adquisiciones deben estar direccionadas al cumplimiento de la triple restricción del proyecto, alcance, tiempo y costo.	0	No Aplica

					Soborno y corrupción	-3	Se establecerán políticas de cumplimiento ya que en la etapa de diseño se encuentra disposición de ingeniería del proyecto y debe haber transparencia entre los involucrados de esta fase.	-3	Las adquisiciones se realizarán bajo aprobación del gerente del proyecto como estrategia de monitoreo y control a las adquisiciones, garantizando así el cumplimiento de las necesidades del proyecto.	-3	Los procesos de cartera están definidos para que el personal técnico controle presupuesto y se mitiguen riesgos de intereses ajenos al proyecto.
					Comportamiento anti ético	-1	Será de conocimiento de los involucrados en esta fase, la política de confidencialidad de la información ya que es en la fase de diseño donde se da la proyección técnica del proyecto.	-3	Será de conocimiento de los involucrados en esta fase, la política de confidencialidad de la información para tener una comunicación transparente y se evite la filtración de datos del proyecto.	-3	Será de conocimiento de los involucrados en esta fase, la política de confidencialidad de la información ya para mitigar el riesgo divulgación crítica del proyecto.
TOTAL						-62,00		-51,00		-61,00	

Fuente: Construcción del autor.

Anexo W. Normatividad de seguridad y salud en el trabajo aplicable al proyecto.

FECHA DE INSPECCIÓN:		QUIÉN REALIZA LA INSPECCIÓN:							CARGO:	HSEQ	
JERARQUÍA DE LA NORMA	NÚMERO /FECHA	AÑO	TÍTULO	ARTÍCULO	APLICACIÓN ESPECÍFICA	PROCESO AL QUE APLICA	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO	CUMPLE		VERIFICACIÓN	PLAN DE ACCIÓN
DECRETO	1127 de 1991	1991	CONTRATACIÓN DE PERSONAL	Art. 3 y 21	Reglamenta los Art 3 y 21 de la Ley 50 de 1990, incluyendo prorrogas de contratos a término fijo entre 30 días y un año. Respecto a los programas de capacitación, establece que deben corresponder a dos horas dentro de la jornada de trabajo de 48 horas semanales, que pueden acumularse hasta por un año. Incluyen actividades recreativas, culturales, deportivas y de capacitación (incluyendo de salud ocupacional), procurando integración de trabajadores, mejoramiento de	HSEQ	Programa de capacitación y soportes de asistencia	X		Se revisan registro de capacitaciones y divulgaciones, sobre salud y seguridad en el trabajo.	No aplica

FECHA DE INSPECCIÓN:		QUIÉN REALIZA LA INSPECCIÓN:							CARGO:	HSEQ	
JERARQUÍA DE LA NORMA	NÚMERO /FECHA	AÑO	TÍTULO	ARTÍCULO	APLICACIÓN ESPECÍFICA	PROCESO AL QUE APLICA	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO	CUMPLE		VERIFICACIÓN	PLAN DE ACCIÓN
					la productividad y relaciones laborales, programadas durante la jornada, pero sin afectar el normal funcionamiento de la empresa. La asistencia de los trabajadores es obligatoria. La ejecución puede ser a través del SENA, cajas de compensación, centros culturales, de estudio e instituciones que presten el servicio.						
RESOLUCIÓN	2400 de 1979	1979	ORDEN Y ASEO INFRAESTRUCTURA	Art. 218	Art. 218. Los locales de trabajo, pasillos y patios deben mantenerse libres de basuras, desperdicios y otros elementos susceptibles de encenderse con facilidad.	HSEQ	Se tiene un programa de disposición de residuos y orden de aseo.	X		Se encuentra implementado el programa de disposición de residuos y orden y aseo.	No aplica

FECHA DE INSPECCIÓN:		QUIÉN REALIZA LA INSPECCIÓN:							CARGO:	HSEQ	
JERARQUÍA DE LA NORMA	NÚMERO /FECHA	AÑO	TÍTULO	ARTÍCULO	APLICACIÓN ESPECÍFICA	PROCESO AL QUE APLICA	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO	CUMPLE		VERIFICACIÓN	PLAN DE ACCIÓN
			TRABAJO EN ALTURAS	Art 189, 190, 191	Las cuerdas o cables de suspensión cuando estén en servicio estarán ajustados de tal manera que la distancia posible de caída libre del usuario será reducido a un mínimo de un metro, a menos que la línea de suspensión esté provista de algún sistema de amortiguación aprobada y que la autoridad competente considere su uso justificado. Las cuerdas salvavidas serán de cuerda de manila de buena calidad y deberán tener una resistencia a la rotura de por lo menos 1.150 kilogramos (2.500 libras). Los herrajes y fijaciones de los	HSEQ	Quando se necesite Registros de inspecciones de seguridad a los arneses, procedimiento de trabajo en alturas.	X		Se realiza inspección de arnés y capacitación en alturas cumple el procedimiento de alturas	No aplica

FECHA DE INSPECCIÓN:		QUIÉN REALIZA LA INSPECCIÓN:							CARGO:	HSEQ	
JERARQUÍA DE LA NORMA	NÚMERO /FECHA	AÑO	TÍTULO	ARTÍCULO	APLICACIÓN ESPECÍFICA	PROCESO AL QUE APLICA	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO	CUMPLE		VERIFICACIÓN	PLAN DE ACCIÓN
					cinturones de seguridad deberán soportar una carga por lo menos igual a la resistencia de la rotura especificada para el cinturón. Todos los cinturones, arneses, herrajes y fijaciones serán examinados a intervalos frecuentes y aquellas partes defectuosas serán reemplazadas						
RESOLUCIÓN	4016 de 2006	2006	SEGURIDAD VIAL	Art 1 y 3	Por la cual se modifican los artículos 1 y 3 de la Resolución 4007 del 16 de diciembre de 2005 que adoptó una medida tendiente a mejorar la seguridad vial de las carreteras nacionales y departamentales y se deroga el artículo 2 de dicha resolución.	HSEQ	implementar un programa de seguridad vial.	X		Se verificó que se encuentra implementado un programa vial con soportes de manejo defensivo y mantenimiento de los vehículos.	No aplica

FECHA DE INSPECCIÓN:		QUIÉN REALIZA LA INSPECCIÓN:							CARGO:	HSEQ	
JERARQUÍA DE LA NORMA	NÚMERO /FECHA	AÑO	TÍTULO	ARTÍCULO	APLICACIÓN ESPECÍFICA	PROCESO AL QUE APLICA	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO	CUMPLE		VERIFICACIÓN	PLAN DE ACCIÓN
			Contratación de personal	Art. 249	Contrato Individual de Trabajo Los contratistas independientes son verdaderos patronos y no representantes ni intermediarios, asumiendo todos los riesgos para realizarlos con sus propios medios y con libertad y autonomía técnica y directiva. El beneficiario del trabajo o dueño de la obra, también será solidariamente responsable, de las obligaciones de los subcontratistas frente a sus trabajadores, aún en el caso de que los contratistas no estén autorizados para contratar los servicios de subcontratistas. Modalidades de	HSEQ	Modalidades de contrato (Forma, contenido, duración) Reglamento de Higiene y Seguridad.	X		Se verifica contrato (Forma, contenido, duración) Reglamento de Higiene y Seguridad.	No Aplica

FECHA DE INSPECCIÓN:		QUIÉN REALIZA LA INSPECCIÓN:							CARGO:	HSEQ	
JERARQUÍA DE LA NORMA	NÚMERO /FECHA	AÑO	TÍTULO	ARTÍCULO	APLICACIÓN ESPECÍFICA	PROCESO AL QUE APLICA	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO	CUMPLE		VERIFICACIÓN	PLAN DE ACCIÓN
					contrato (Forma, contenido, duración) Reglamento de Higiene y Seguridad.						
RESOLUCIÓN	180466	2007	Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE	Artículos del 1 al 4	Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE El Ministro de Minas y Energía En ejercicio de sus facultades legales, en especial las que le confiere el Decreto 070 de 2001 y la Resolución 18 0398 del 7 de abril de 2004 (Ampliada su vigencia mediante la Resolución del Min. Minas 18 0632 de 2007)	HSEQ	Se cuenta con procedimientos de trabajo seguro eléctricos, permiso de trabajo en caliente, ATS, curso eléctricos por parte de proveedores competentes	X		Se verifica con procedimientos de trabajo seguro eléctricos, permiso de trabajo en caliente, ATS, curso eléctricos por parte de proveedores competentes	No aplica

FECHA DE INSPECCIÓN:		QUIÉN REALIZA LA INSPECCIÓN:							CARGO:	HSEQ	
JERARQUÍA DE LA NORMA	NÚMERO /FECHA	AÑO	TÍTULO	ARTÍCULO	APLICACIÓN ESPECÍFICA	PROCESO AL QUE APLICA	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO	CUMPLE		VERIFICACIÓN	PLAN DE ACCIÓN
RESOLUCIÓN	180398	2004	Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE	Artículos del 1 al 4	Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE, que fija las condiciones técnicas que garanticen la seguridad en los procesos de Generación, Transmisión, Transformación, Distribución y Utilización de la energía eléctrica en la República de Colombia y se dictan otras disposiciones.	HSEQ	Se cuenta con procedimientos de trabajo seguro eléctricos, permiso de trabajo en caliente, ATS, curso eléctricos por parte de proveedores competentes	X		Se verifica con procedimientos de trabajo seguro eléctricos, permiso de trabajo en caliente, ATS, curso eléctricos por parte de proveedores competentes	No aplica
RESOLUCIÓN	181294	2008	Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE.	Artículos del 1 al 4	Que mediante Resoluciones 18 1760 de 2004 y 18 0372 de 2005 se prorrogó la fecha de entrada en vigencia del RETIE, la primera hasta el 31 de marzo de 2005 y la segunda hasta el 30 de abril de 2005, lo cual obedeció	HSEQ	Se cuenta con procedimientos de trabajo seguro eléctricos, permiso de trabajo en caliente, ATS, curso eléctricos por parte de proveedores competentes	X		Se verifica con procedimientos de trabajo seguro eléctricos, permiso de trabajo en caliente, ATS, curso eléctricos por parte de proveedores competentes	No aplica

FECHA DE INSPECCIÓN:		QUIÉN REALIZA LA INSPECCIÓN:							CARGO:	HSEQ	
JERARQUÍA DE LA NORMA	NÚMERO /FECHA	AÑO	TÍTULO	ARTÍCULO	APLICACIÓN ESPECÍFICA	PROCESO AL QUE APLICA	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO	CUMPLE		VERIFICACIÓN	PLAN DE ACCIÓN
					entre otros aspectos a la necesidad de realizar algunos ajustes al Reglamento Técnico antes de su entrada en vigencia, con el propósito de garantizar su efectiva aplicabilidad;						
RESOLUCIÓN	Resolución número 3673 de 2008	2008	Trabajo en alturas	Ministerio de la Protección Social (informativo)	Mediante la cual el Ministerio de la Protección Social estableció el Reglamento Técnico de Trabajo Seguro en Alturas que aplica a todos los empleadores, empresas, contratistas, subcontratistas y trabajadores de todas las actividades económicas de los sectores formales e informales de la economía, que desarrollen trabajos en alturas	HSEQ	Se tiene en cuenta estas consideraciones para la realización de normas de seguridad.	X		Se tiene en cuenta estas consideraciones para la realización de normas de seguridad, en cuanto a trabajos realizados por encima de los 1.50 m	No aplica

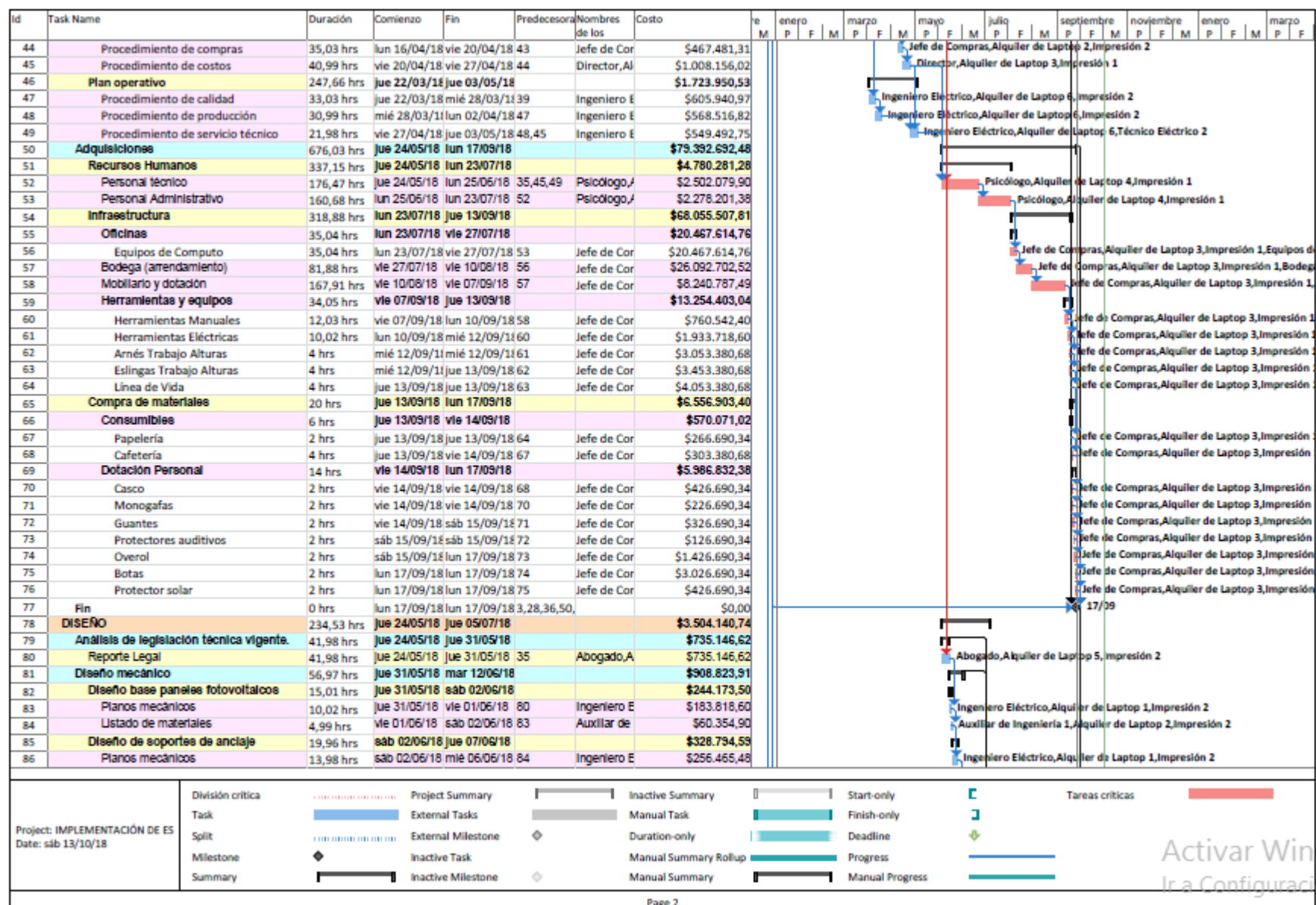
FECHA DE INSPECCIÓN:		QUIÉN REALIZA LA INSPECCIÓN:							CARGO:	HSEQ	
JERARQUÍA DE LA NORMA	NÚMERO /FECHA	AÑO	TÍTULO	ARTÍCULO	APLICACIÓN ESPECÍFICA	PROCESO AL QUE APLICA	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO	CUMPLE		VERIFICACIÓN	PLAN DE ACCIÓN
					con peligro de caídas. Para efectos de la aplicación de la norma se entiende por trabajo en alturas, toda labor o desplazamiento que se realice a 1,50 metros o más sobre un nivel inferior.						
RESOLUCIÓN	18 0195	2009	Reglamento Técnico de instalaciones RETIE	Todo	Por la cual se establecen mecanismos transitorios para demostrar la conformidad con el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE y se dictan otras disposiciones.	HSEQ	N/A	X		Cuando se necesite la contratación del personal electricista se verificará las competencias del mismo verificando la matrícula profesional ICONTEC.	No aplica
RESOLUCIÓN	90708	2013	Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas –RETIE.	Todo	Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas –RETIE. en ejercicio de sus facultades legales, en especial las que le confiere el	HSEQ	Se verifica con procedimientos de trabajo seguro eléctricos, permiso de trabajo en caliente, ATS, curso eléctricos por parte de proveedores competentes	X		Se verifica con procedimientos de trabajo seguro eléctricos, permiso de trabajo en caliente, ATS, curso eléctricos por parte de proveedores competentes	No aplica

FECHA DE INSPECCIÓN:		QUIÉN REALIZA LA INSPECCIÓN:							CARGO:	HSEQ	
JERARQUÍA DE LA NORMA	NÚMERO /FECHA	AÑO	TÍTULO	ARTÍCULO	APLICACIÓN ESPECÍFICA	PROCESO AL QUE APLICA	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO	CUMPLE		VERIFICACIÓN	PLAN DE ACCIÓN
					numeral 7 del artículo 5 del Decreto 381 de 2012 y en aplicación de lo dispuesto en el parágrafo del artículo 8 de la Ley 1264 de 2008						

Fuente: Construcción del autor.

Anexo X. Formato de encuesta

ENCUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE ESTACIONES SOLARES EN ZONAS RURALES NO INTERCONECTADAS	
1. ¿Cuenta actualmente con suministro de energía eléctrica en su finca?	
a). SI	<input type="checkbox"/>
b). NO	<input type="checkbox"/>
2. ¿Sí cuenta con suministro de energía eléctrica, cuanto es el consumo de energía promedio en kWh según la factura del servicio?	
a). <100kWh	<input type="checkbox"/>
b). 100-150kWh	<input type="checkbox"/>
c). 150-200kWh	<input type="checkbox"/>
d). >200kWh	<input type="checkbox"/>
3. ¿Qué tipo de uso da al servicio de energía eléctrica?	
a). DOMESTICO	<input type="checkbox"/>
b). AGRICOLA	<input type="checkbox"/>
c). AMBOS	<input type="checkbox"/>
4. ¿Cuántas interrupciones en el suministro de energía eléctrica experimentó durante el último periodo de facturación?	
a). NINGUNA	<input type="checkbox"/>
b). 1	<input type="checkbox"/>
c). 2 O MÁS	<input type="checkbox"/>
5. ¿Ha presentado daño en sus electrodomésticos debido a los cortes o fluctuaciones en el suministro de energía eléctrica?	
a). SI	<input type="checkbox"/>
b). NO	<input type="checkbox"/>
6. ¿Estaría dispuesto a implementar un sistema de suministro de energía renovable como lo es la energía solar?	
a). SI	<input type="checkbox"/>
b). NO	<input type="checkbox"/>
7. De acuerdo a los rangos de precios propuestos. ¿Cuánto estaría dispuesto a invertir por la solución de energía solar?	
a). < 1 Millón	<input type="checkbox"/>
b). entre 2 y 3 Millones	<input type="checkbox"/>
c). > 3 Millones	<input type="checkbox"/>



Id	Task Name	Duración	Comienzo	Fin	Predecesora	Nombres de los	Costo	e	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	enero	febrero	marzo
130	Ensamble etapa de control	1,87 hrs	mié 11/07/18	mié 11/07/18			\$15.606,09																
131	Montaje de equipos de control	0,87 hrs	mié 11/07/18	mié 11/07/18	129	Técnico El	\$7.260,59																
132	Interconexiones sistema de control	0,5 hrs	mié 11/07/18	mié 11/07/18	131	Técnico El	\$4.172,75																
133	Reporte aceptación montaje de control	0,5 hrs	mié 11/07/18	mié 11/07/18	132	Técnico El	\$4.172,75																
134	Inspección y pruebas en fábrica	5,92 hrs	mié 11/07/18	jue 12/07/18			\$46.901,71																
135	Inspección visual	2,38 hrs	mié 11/07/18	mié 11/07/18			\$19.862,29																
136	Identificación de piezas defectuosas	0,62 hrs	mié 11/07/18	mié 11/07/18	133	Técnico El	\$5.174,21																
137	Verificación dimensional respecto a	0,88 hrs	mié 11/07/18	mié 11/07/18	136	Técnico El	\$7.344,04																
138	Reporte aceptación inspección visual	0,88 hrs	mié 11/07/18	mié 11/07/18	137	Técnico El	\$7.344,04																
139	Inspección eléctrica	1,62 hrs	mié 11/07/18	mié 11/07/18			\$13.519,71																
140	Inspección de equipos	1,62 hrs	mié 11/07/18	mié 11/07/18			\$13.519,71																
141	Verificación de referencias e	0,5 hrs	mié	mié	138	Técnico El	\$4.172,75																
142	Verificación de ajuste en puntos de	0,5 hrs	mié	mié	141	Técnico El	\$4.172,75																
143	Medición por continuidad de	0,62 hrs	mié	mié			\$5.174,21																
144	Continuidad de circuitos de potencia	0,25 hrs	mié 11/07/18	mié 11/07/18	142	Técnico El	\$2.086,38																
145	Continuidad de circuitos de control	0,37 hrs	mié 11/07/18	mié 11/07/18	144	Técnico El	\$3.087,84																
146	Pruebas eléctricas en fábrica	1,62 hrs	mié 11/07/18	jue 12/07/18			\$13.519,71																
147	Exposición solar en paneles	0,25 hrs	mié 11/07/18	mié 11/07/18			\$2.086,38																
148	Medición de voltaje generado	0,25 hrs	mié 11/07/18	mié 11/07/18	145	Técnico El	\$2.086,38																
149	Pruebas funcionales en regulador de	0,62 hrs	mié 11/07/18	mié 11/07/18			\$5.174,21																
150	Inyección de voltaje y corriente	0,62 hrs	mié 11/07/18	mié 11/07/18			\$5.174,21																
151	Medición de voltaje de entrada y	0,37 hrs	mié	mié	148	Técnico El	\$3.087,84																
152	Medición de corriente de salida	0,25 hrs	mié 11/07/18	mié 11/07/18	151	Técnico El	\$2.086,38																
153	Pruebas funcionales en Inversor	0,25 hrs	mié 11/07/18	mié 11/07/18			\$2.086,38																
154	Inyección de voltaje	0,25 hrs	mié 11/07/18	mié 11/07/18			\$2.086,38																
155	Medición de voltaje de entrada y	0,25 hrs	mié	mié	152	Técnico El	\$2.086,38																
156	Pruebas funcionales baterías	0,5 hrs	mié 11/07/18	jue 12/07/18			\$4.172,75																
157	Medición de voltaje de salida	0,25 hrs	mié 11/07/18	mié 11/07/18	155	Técnico El	\$2.086,38																
158	Medición de tiempo de carga y	0,25 hrs	mié	jue 12/07/18	157	Técnico El	\$2.086,38																
159	Protocolo de inspección y pruebas en	0,3 hrs	jue 12/07/18	jue 12/07/18	158		\$0,00																
160	Embalaje	2,25 hrs	jue 12/07/18	jue 12/07/18			\$20.863,75																
161	Embalaje unidades de empaque	2,25 hrs	jue 12/07/18	jue 12/07/18			\$18.777,38																
162	Paneles solares	0,5 hrs	jue 12/07/18	jue 12/07/18	159	Técnico El	\$4.172,75																
163	Estructura y soportes mecánicos	0,25 hrs	jue 12/07/18	jue 12/07/18	162	Técnico El	\$2.086,38																
164	Tablero eléctrico	0,25 hrs	jue 12/07/18	jue 12/07/18	163	Técnico El	\$2.086,38																
165	Dossier	1,25 hrs	jue 12/07/18	jue 12/07/18			\$10.431,88																
166	Especificaciones técnicas	0,25 hrs	jue 12/07/18	jue 12/07/18	164	Técnico El	\$2.086,38																
167	Planos eléctricos y mecánicos	0,25 hrs	jue 12/07/18	jue 12/07/18	166	Técnico El	\$2.086,38																
168	Manuales técnicos	0,25 hrs	jue 12/07/18	jue 12/07/18	167	Técnico El	\$2.086,38																
169	Reportes y protocolos de fábrica	0,25 hrs	jue 12/07/18	jue 12/07/18	168	Técnico El	\$2.086,38																
170	Carta de garantía	0,25 hrs	jue 12/07/18	jue 12/07/18	169	Técnico El	\$2.086,38																
171	Orden de despacho	0,25 hrs	jue 12/07/18	jue 12/07/18	170CC	Técnico El	\$2.086,38																
172	Fin	0 hrs	jue 12/07/18	jue 12/07/18	114,125,13		\$0,00																

Project: IMPLEMENTACIÓN DE ES

Date: sáb 13/10/18

División crítica

Task

Split

Milestone

Summary

Project Summary

External Tasks

External Milestone

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

Deadline

Progress

Manual Progress

Tareas críticas

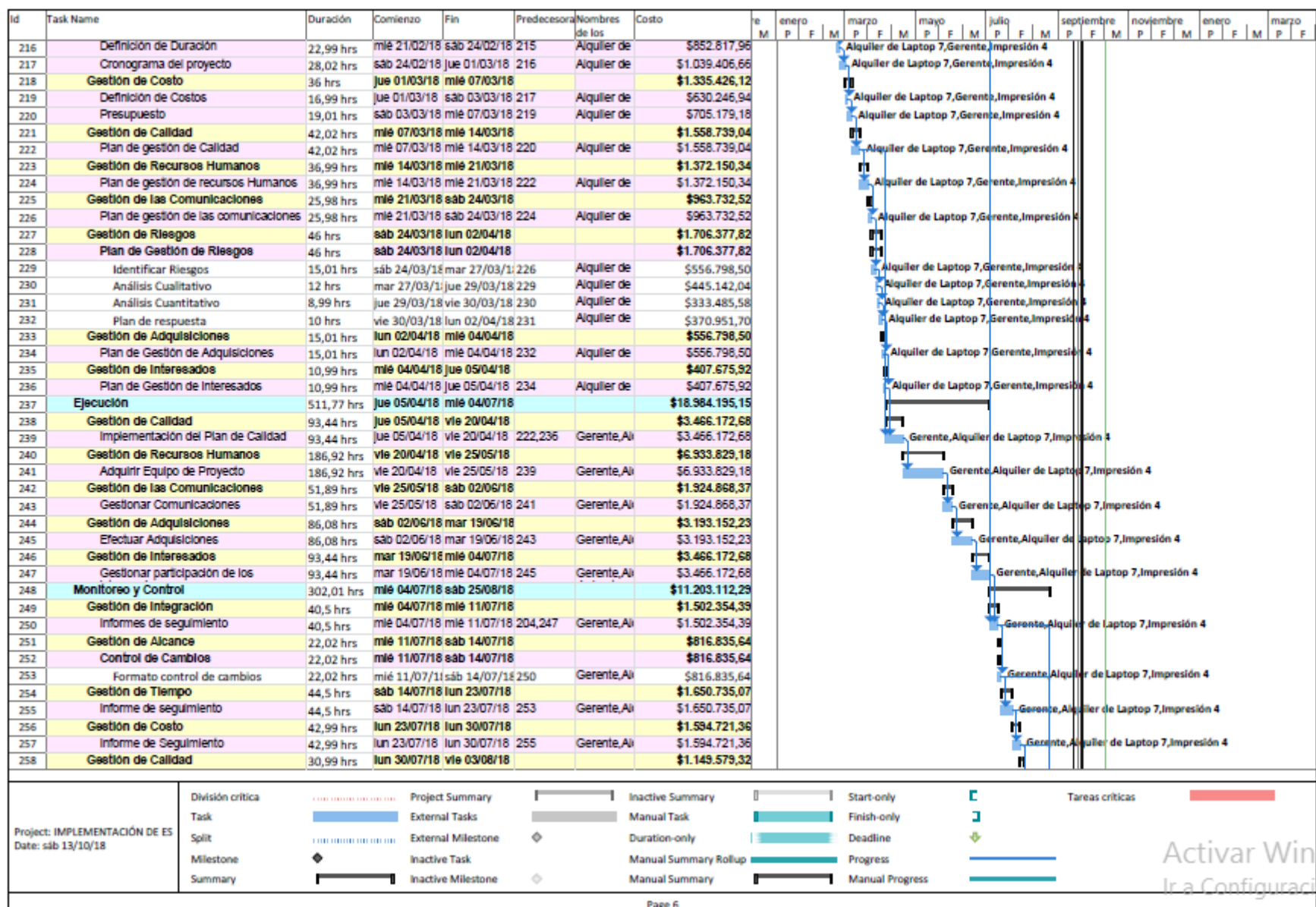
Activar Wink

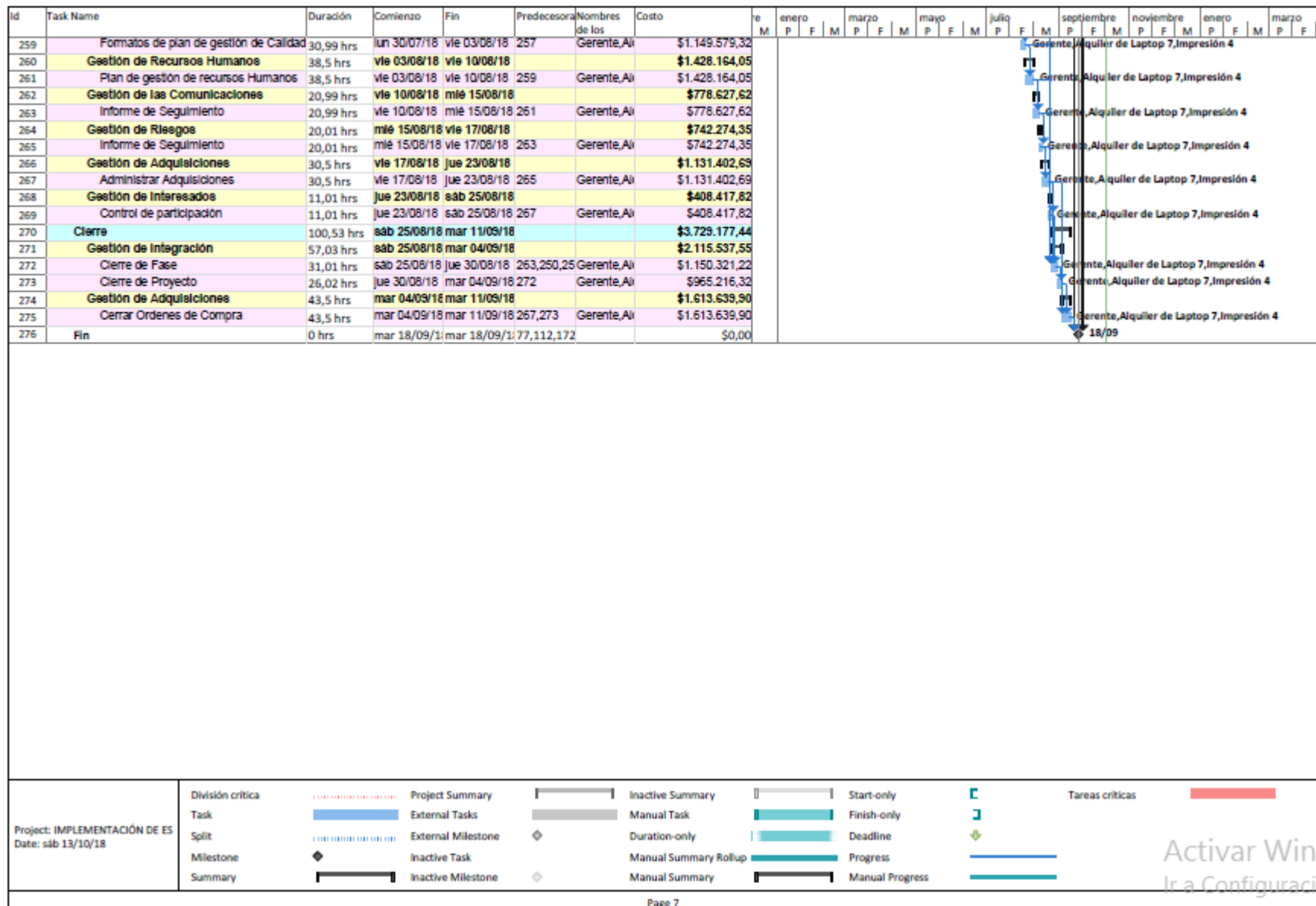
Ir a Configuración

ID	Task Name	Duración	Comienzo	Fin	Predecesora	Nombres de los	Costo		enero	marzo	mayo	julio	septiembre	noviembre	enero	marzo	
									M	P	F	M	P	F	M	P	F
173	PUESTA EN MARCHA	6,23 hrs	jun 17/09/18	mar 18/09/18			\$51.992,47										
174	Inspección de materiales en sitio	0,5 hrs	jun 17/09/18	jun 17/09/18			\$4.172,75										
175	Verificación de unidades de empaque	0,25 hrs	jun 17/09/18	jun 17/09/18	170,76	Técnico El	\$2.086,38										
176	Desembalaje de materiales	0,25 hrs	jun 17/09/18	jun 17/09/18	175	Técnico El	\$2.086,38										
177	Montaje mecánico	3 hrs	jun 17/09/18	mar 18/09/18			\$25.036,50										
178	Montaje de soportes de paneles solares	1 hr	jun 17/09/18	jun 17/09/18	176	Técnico El	\$8.345,50										
179	Montaje de estructura y paneles solares	1 hr	jun 17/09/18	mar 18/09/18	178	Técnico El	\$8.345,50										
180	Ancaje de tablero eléctrico	1 hr	mar 18/09/18	mar 18/09/18	179	Técnico El	\$8.345,50										
181	Montaje eléctrico	1 hr	mar 18/09/18	mar 18/09/18			\$8.345,50										
182	Conexiónado de acometidas de fuerza	0,5 hrs	mar 18/09/18	mar 18/09/18	180	Técnico El	\$4.172,75										
183	Conexiónado de acometidas de	0,5 hrs	mar 18/09/18	mar 18/09/18	182	Técnico	\$4.172,75										
184	Pruebas eléctricas en sitio	1,73 hrs	mar 18/09/18	mar 18/09/18			\$14.437,72										
185	Exposición solar en paneles fotovoltaicos	0,19 hrs	mar 18/09/18	mar 18/09/18			\$1.585,65										
186	Medición de voltaje generado	0,19 hrs	mar 18/09/18	mar 18/09/18	183	Técnico El	\$1.585,65										
187	Pruebas funcionales en regulador de	0,26 hrs	mar	mar			\$2.169,83										
188	Medición de voltaje de entrada y salida	0,13 hrs	mar 18/09/18	mar 18/09/18	186	Técnico El	\$1.084,92										
189	medición de corriente de salida	0,13 hrs	mar 18/09/18	mar 18/09/18	188	Técnico El	\$1.084,92										
190	Pruebas funcionales en Inversor	0,13 hrs	mar 18/09/18	mar 18/09/18			\$1.084,92										
191	Medición de voltaje de entrada y salida	0,13 hrs	mar 18/09/18	mar 18/09/18	189	Técnico El	\$1.084,92										
192	Pruebas funcionales baterías	0,39 hrs	mar 18/09/18	mar 18/09/18			\$3.254,75										
193	Medición de voltaje de entrada	0,13 hrs	mar 18/09/18	mar 18/09/18	191	Técnico El	\$1.084,92										
194	Medición de voltaje de salida	0,13 hrs	mar 18/09/18	mar 18/09/18	193	Técnico El	\$1.084,92										
195	Medición de tiempo de carga y descarga	0,13 hrs	mar 18/09/18	mar 18/09/18	194	Técnico El	\$1.084,92										
196	Inducción a usuario final	0,76 hrs	mar 18/09/18	mar 18/09/18			\$6.342,58										
197	Divulgación de componentes	0,19 hrs	mar 18/09/18	mar 18/09/18	195	Técnico El	\$1.585,65										
198	Modo de operación	0,19 hrs	mar 18/09/18	mar 18/09/18	197	Técnico El	\$1.585,65										
199	plan de mantenimiento	0,38 hrs	mar 18/09/18	mar 18/09/18	198	Técnico El	\$3.171,29										
200	Fin	0 hrs	mar 18/09/18	mar 18/09/18	174,177,18		\$0,00										
201	GERENCIA	1543,93 hrs	mar 02/01/18	mar 18/09/18			\$55.574.128,94										
202	Inicio	54,99 hrs	mar 02/01/18	mié 10/01/18			\$2.039.863,40										
203	Gestión de Integración	31,49 hrs	mar 02/01/18	vie 05/01/18			\$1.168.126,90										
204	Acta de constitución	31,49 hrs	mar 02/01/18	vie 05/01/18	50C	Gerente,Al	\$1.168.126,90										
205	Gestión de Involucrados	23,5 hrs	vie 05/01/18	mié 10/01/18			\$871.736,50										
206	Estado de Interesados	23,5 hrs	vie 05/01/18	mié 10/01/18	204	Alquiler de	\$871.736,50										
207	Planeación	528,85 hrs	mié 10/01/18	jue 05/04/18			\$19.617.780,65										
208	Gestión de Integración	94,51 hrs	mié 10/01/18	jue 25/01/18			\$3.505.864,52										
209	Plan de Dirección del proyecto	94,51 hrs	mié 10/01/18	jue 25/01/18	206	Alquiler de	\$3.505.864,52										
210	Gestión de Alcance	145,37 hrs	jue 25/01/18	vie 16/02/18			\$5.392.524,86										
211	Plan de gestión de Alcance	93,44 hrs	jue 25/01/18	jue 08/02/18	209	Alquiler de	\$3.466.172,68										
212	Estructura de Desagregación del	51,93 hrs	jue 08/02/18	vie 16/02/18	211	Alquiler de	\$1.926.352,18										
213	Gestión de Tiempo	75,98 hrs	vie 16/02/18	jue 01/03/18			\$2.818.491,02										
214	Definición de Actividades	13,98 hrs	vie 16/02/18	mar 20/02/18	212	Alquiler de	\$518.590,48										
215	Definición de Recursos	10,99 hrs	mar 20/02/18	mié 21/02/18	214	Alquiler de	\$407.675,92										

Project: IMPLEMENTACIÓN DE ES	División crítica	Project Summary	Inactive Summary	Start-only	Tareas críticas
Date: sáb 13/10/18	Task	External Tasks	Manual Task	Finish-only	
	Split	External Milestone	Duration-only	Deadline	
	Milestone	Inactive Task	Manual Summary Rollup	Progress	
	Summary	Inactive Milestone	Manual Summary	Manual Progress	

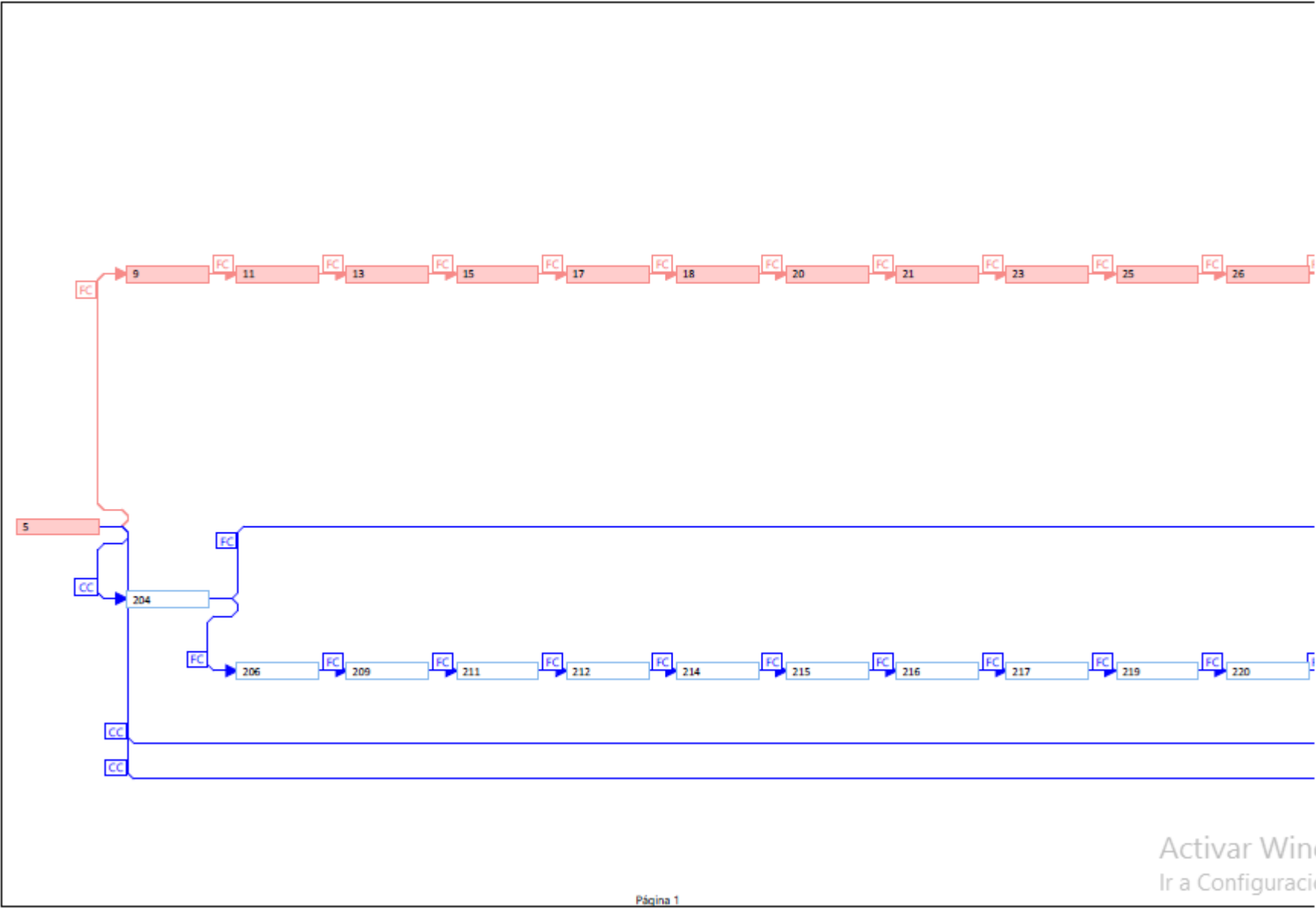
Page 5

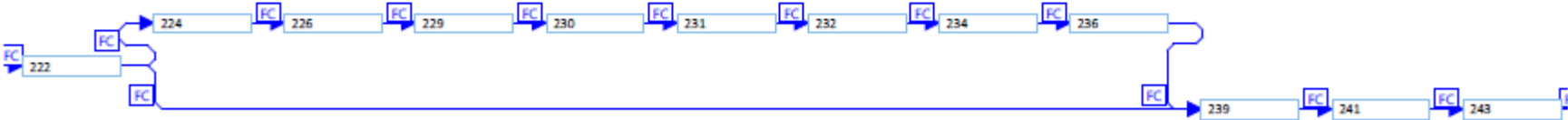
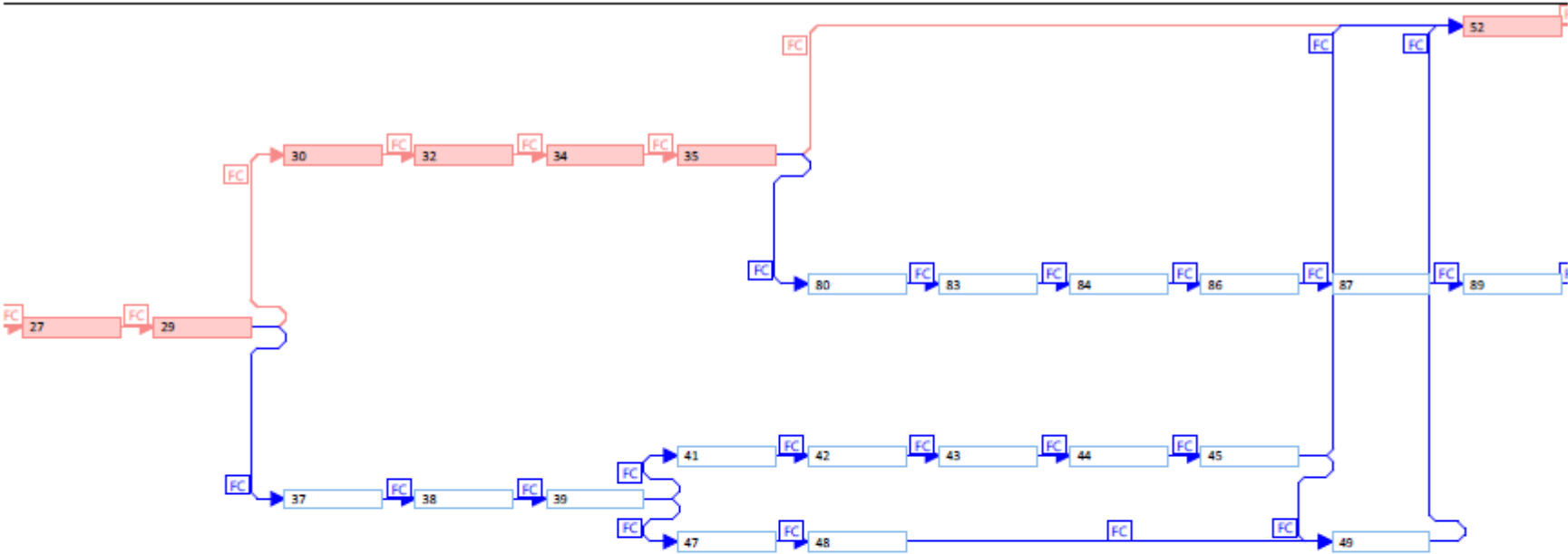


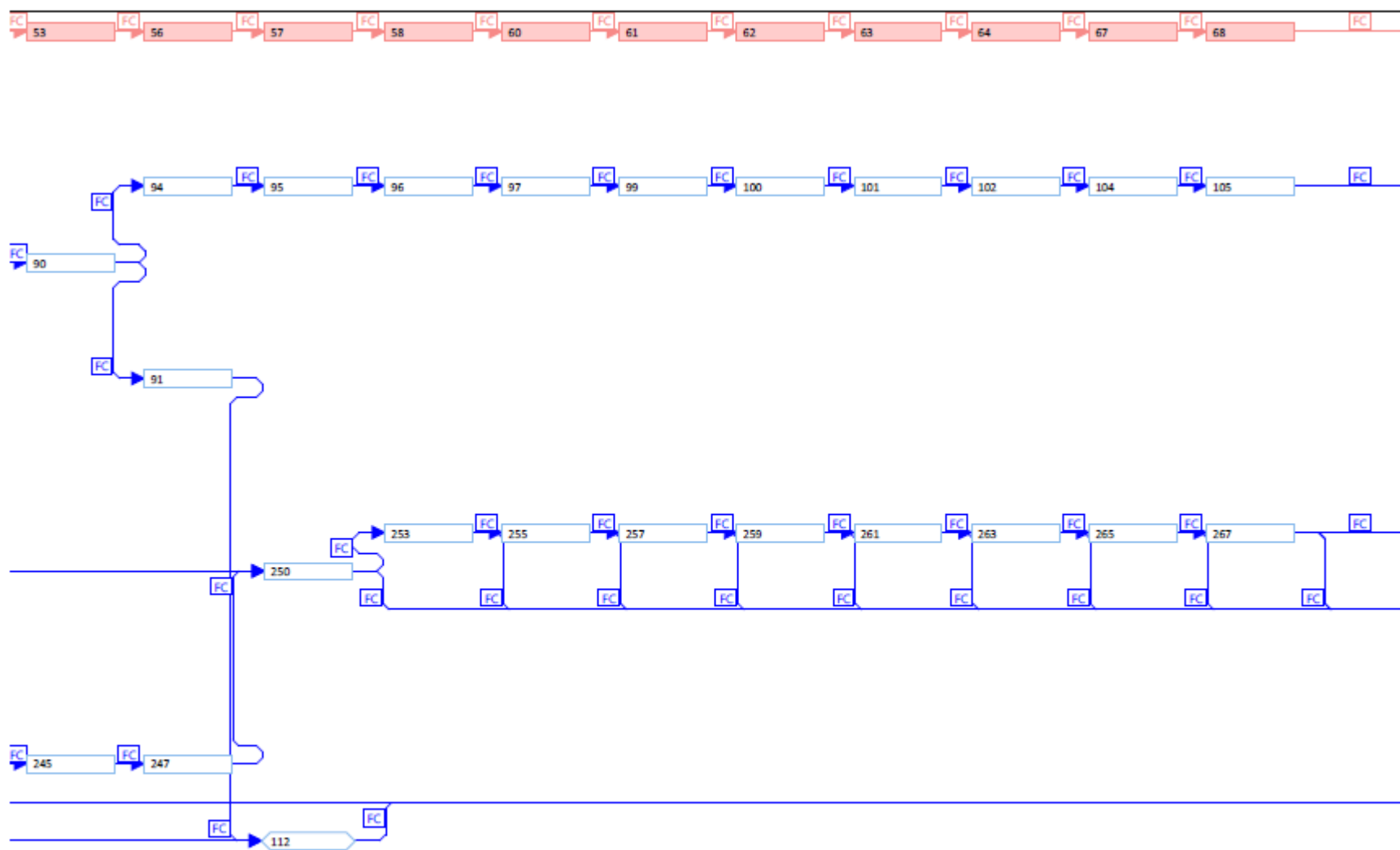


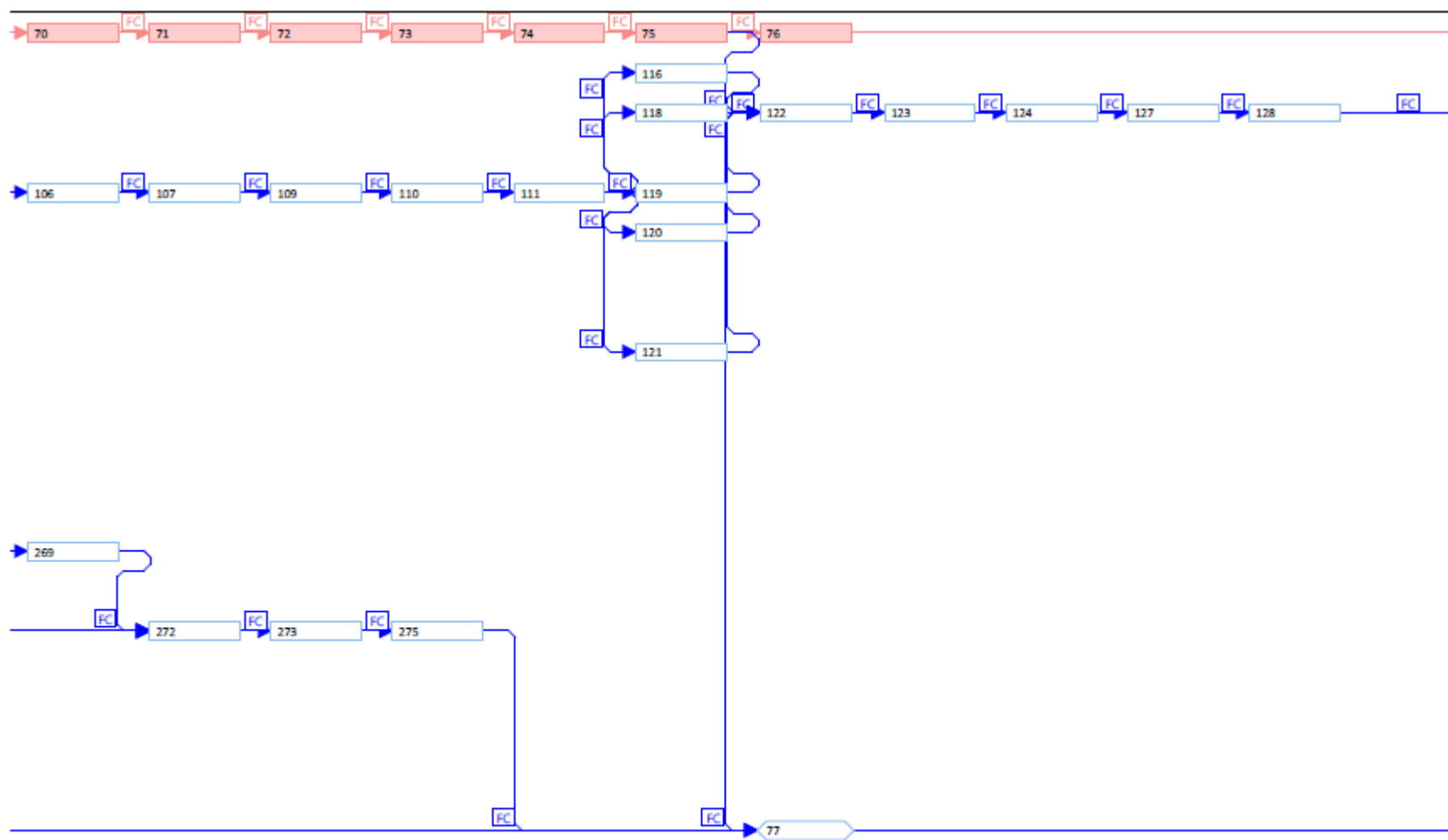
Fuente: Construcción del autor.

Anexo Z. Diagrama de red







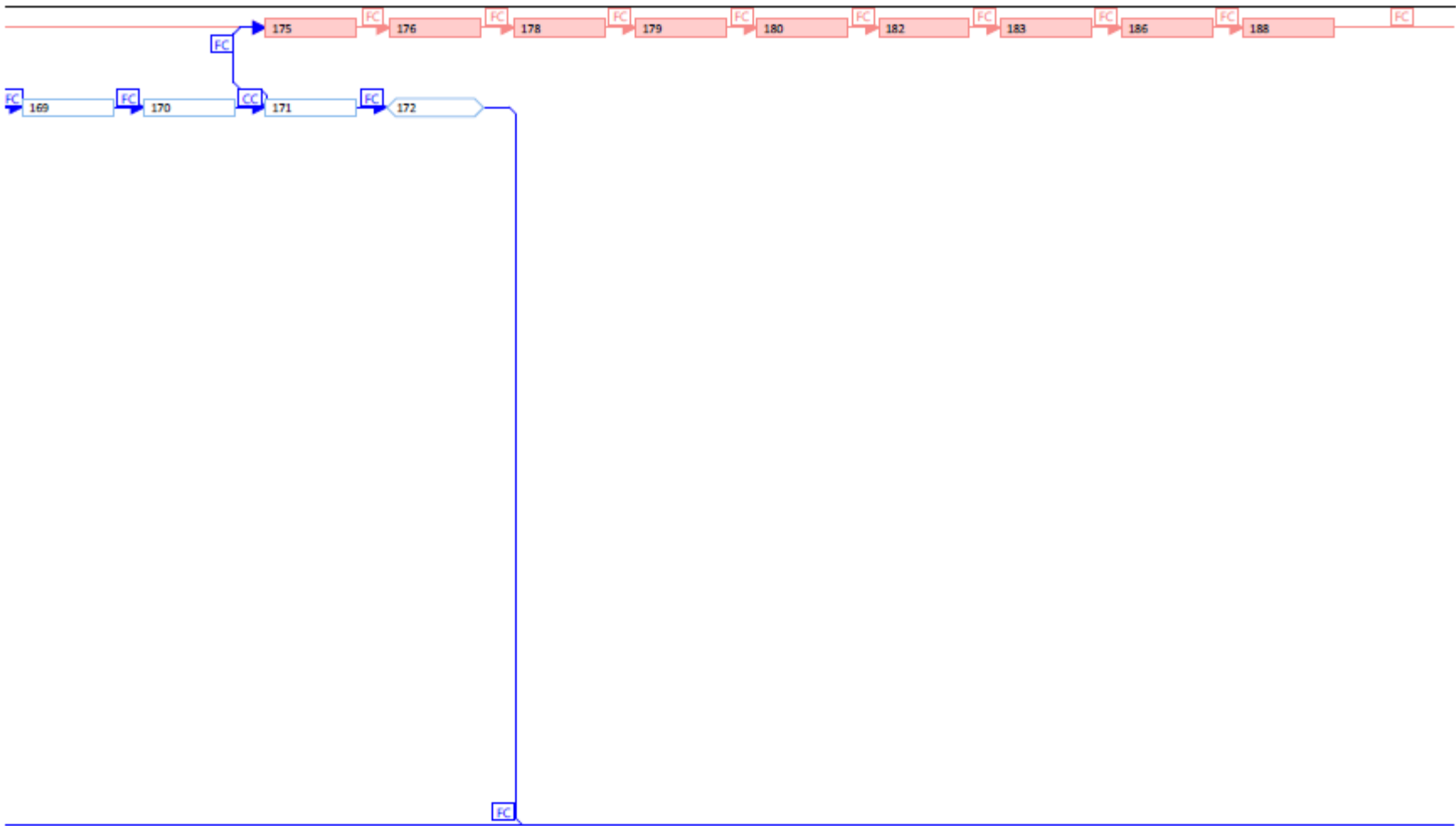


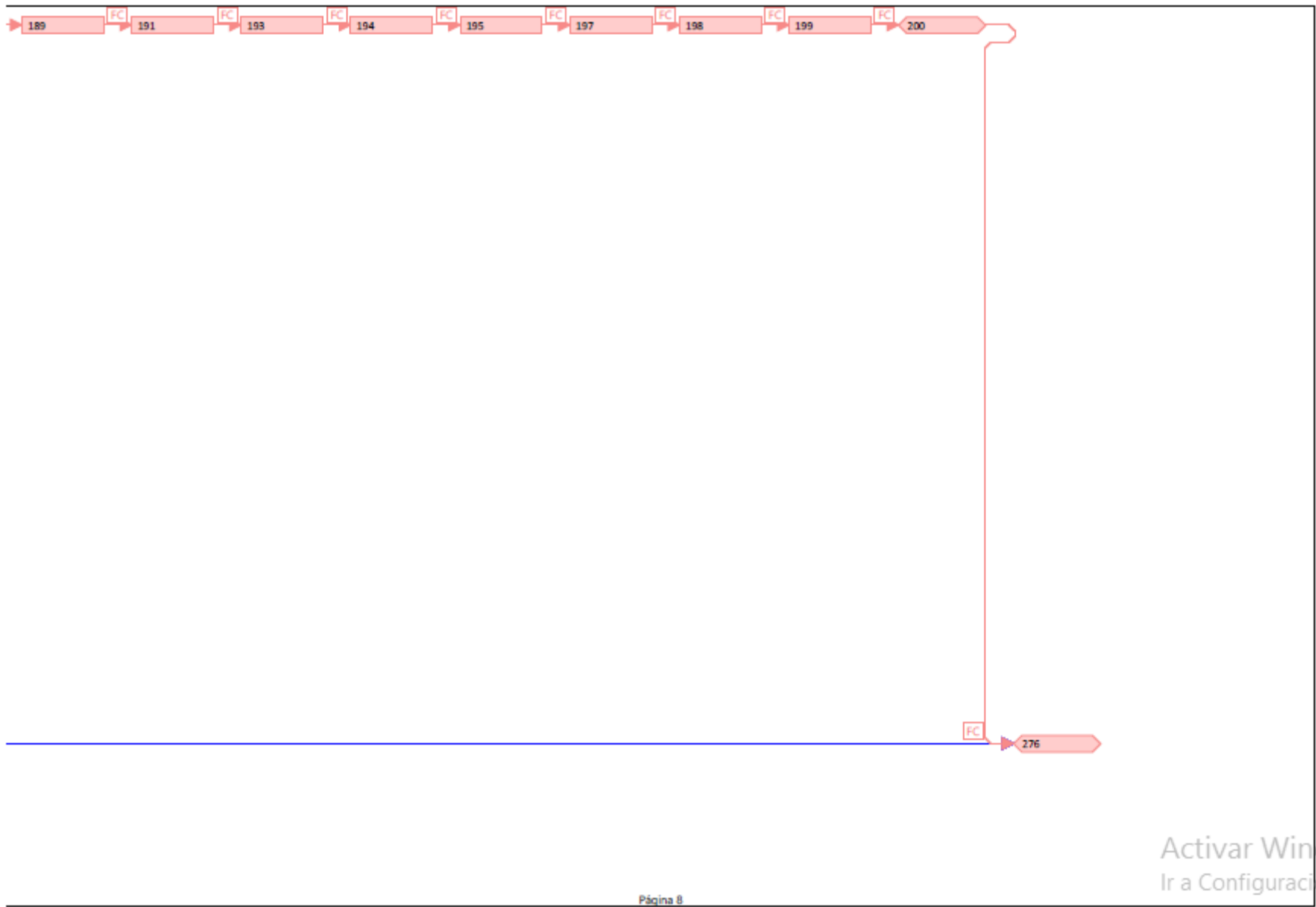




EC

Activar Windows
Ir a Configuración





Fuente: Construcción del autor.

Anexo AA. Protocolo de inspección y pruebas FAT

PROCESO DE ENSAMBLE Y MONTAJE
PROTOCOLO DE INSPECCIÓN Y PRUEBAS FAT

CÓDIGO: SIG-R-01-01

PÁGINA 1 DE 1

INFORMACIÓN GENERAL Y DATOS TÉCNICOS

CLIENTE :

DESCRIPCIÓN :

TENSIÓN DE SERVICIO:

No. FASES / No. HILOS :

OT :

CORRIENTE NOMINAL :

FRECUENCIA (Hz) :

SERIE No :

CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO (Icc) :

Verificaciones y pruebas ejecutadas conforme a la norma IEC 61439-2

1. INSPECCION MECANICA

ELEMENTOS A VERIFICAR	CARACTERISTICAS				REQUISITO DE CUMPLIMIENTO
1.1 PUERTAS TABLEROS		1. Bisagras			Planos mecánicos emitidos para fabricación. Características de operación y funcionalidad.
		2. Chapas	Tipo		
		3. Ajuste y cierre de puertas			
1.2 CONTINUIDAD CIRCUITO DE PROTECCIÓN Y DESCARGAS ELÉCTRICAS.		1. Puertas aterrizadas			RETIE IEC 61439-2
		2. Continuidad de la estructura a tierra			
		3. Chasis de dispositivos aterrizados			
1.5 CONEXIONES ELÉCTRICAS INTERNAS		1. Continuidad circuitos de control			Planos eléctricos emitidos para fabricación. IEC 61439-2
		2. Continuidad circuitos de medida			
		3. Continuidad circuitos de fuerza			
1.6 AJUSTE DE COMPONENTES ELÉCTRICOS		1. Equipos eléctricos (Paneles solares, medidor, inversor, regulador, baterías, etc.)			
		2. Dispositivos de maniobra (interruptores, minibreakers, etc.)			
		3. Componentes de control (Pilotos, bornas, fusibles, selectores, pulsadores, etc.)			

2. INSPECCION DE EQUIPOS

TAG	EQUIPO			OPERACIÓN	REQUISITO DE CUMPLIMIENTO
-PS	Panel solar	FABRICANTE			Conforme a Planos Eléctricos y características de operación del equipo.
		REF			
		SERIE			
-RC	Regulador de carga	FABRICANTE			
		REF			
		SERIE			
-INV	Inversor de voltaje	FABRICANTE			
		REF			
		SERIE			
-BAT	Baterías	FABRICANTE			

-TAB	Tablero de control	REF						
		SERIE						
		FABRICANTE						
		REF						
		SERIE						
MEDICIÓN DE VOLTAJE DE ENTRADA (vdc)								
V POSITIVO - NEGATIVO								
MEDICIÓN DE VOLTAJE DE SALIDA (Vac)								
V LINEA - NEUTRO								
MEDICIÓN DE CORRIENTE DE CARGA BATERÍAS (Idc)								
MEDICIÓN DE CORRIENTE DE SALIDA (Iac)								
OBSERVACIONES GENERALES								
<p>Una vez ejecutadas las pruebas y verificaciones descritas en este documento se declara la conformidad del mismo.</p> <p>Fecha: _____ Lugar: _____</p>								
Ejecutó		Revisó						
NOMBRE :		NOMBRE :						
CARGO :		CARGO :						

Fuente: Construcción del autor.

Anexo BB. Formato de registro de auditoría

PLAN DE GESTIÓN DE CALIDAD						CÓDIGO: SIG-R-01-02	
FORMATO DE AUDITORIA						PÁGINA 1 DE 1	
INFORMACIÓN GENERAL Y DATOS TÉCNICOS							
OBJETIVO DE LA AUDITORIA: _____							
ALCANCE DE LA AUDITORIA: _____							
PROCESO A AUDITAR: _____							
DUEÑO DE PROCESO: _____							
NOMBRE AUDITOR: _____							
ITEM	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	CRITERIO DE ACEPTACIÓN			FECHA AUDITORIA	FECHA CIERRE HALLAZGO	OBSERVACIONES
		CONFORME	NO CONFORMIDAD MENOR	NO CONFORMIDAD MAYOR			
OBSERVACIONES GENERALES							
CIERRE DE AUDITORIA Y HALLAZGOS							
AUDITOR				DUEÑO DE PROCESO			
NOMBRE :				NOMBRE :			
CARGO :				CARGO :			

Anexo CC. Lista de verificación de entregables

PLAN DE GESTIÓN DE +A1:P31CALIDAD							CÓDIGO: SIG-R-01-03	
LISTA DE VERIFICACIÓN DE ENTREGABLES							PÁGINA 1 DE 1	

INFORMACIÓN GENERAL								
ALCANCE DEL PROCESO: _____								
NOMBRE DEL PROCESO: _____								
DUEÑO DEL PROCESO: _____								

ITEM	DESCRIPCIÓN DEL ENTREGABLE	FECHAS DE EJECUCIÓN			PORCENTAJE DE AVANE	ENTREGADO		SEGUIMIENTO
		INICIO	CIERRE	DURACIÓN		SI	NO	

OBSERVACIONES GENERALES								

LIBERACIÓN DE PROCESO			
GERENTE DE PROYECTO		DUEÑO DE PROCESO	

Anexo DD. Cronograma de adquisiciones

Material		Grupo de material	Responsable	No. Requisición	No. Orden compra	Estado	ENERO		FEBRERO		MARZO		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE		
1	Material de infraestructura	Locativos	Director de proyecto	1	0001	ENTREGADO																							
2	Equipo de oficina	Locativos	Director de proyecto	2	0002	ENTREGADO																							
3	Herramientas y equipos	Herramientas	Supervisor de montaje	3	0003	ENTREGADO																							
4	Compra de material mecánico	Metalmecánica	Ingeniería	4	0004	EN PROCESO																							
5	Compra de material eléctrico	Eléctricos	Ingeniería	5	0005	EN PROCESO																							
	PROYECTADO																												
	ENTREGADO																												
	EN PROCESO																												
	CANCELADO																												
2018																													

Fuente: Construcción del autor.

Anexo EE. Resolución de conflictos y gestión de expectativas

RESOLUCIÓN DE CONFLITOS Y GESTIÓN DE EXPECTATIVAS							CÓDIGO: SIG-R-01-03
							PÁGINA 1 DE 1
PROYECTO: _____ CONSECUTIVO: _____ FECHA DE APERTURA: _____ FECHA DE CIERRE: _____							
Código	Descripción	Involucrados	Causa raíz del conflicto o expectativa	Impacto que se genera	Responsable	Fecha	Resultado obtenido
RCE-001	Se evidencia definición de alcance errónea, dado que no se contemplaron algunas especificaciones técnicas en el desarrollo del proyecto.	Grupo gestor del proyecto	No se realimentó al grupo gestor del proyecto respecto al hallazgo detectado.	Se presenta un impacto negativo en el cronograma del proyecto ya que no se contempló tiempo adicional para la actividad afectada.	Director del proyecto	DD/MM/AAAA	Debido al hallazgo, se realizó reunión con el Sponsor, quien autorizó adicionar recurso para mantener el cronograma del proyecto.
RCE-002	Durante la ejecución del proyecto se solicitaron cambios por parte del cliente final.	Grupo gestor del proyecto	El cliente final desconocía la operación del sistema.	Se presentó un reproceso que impactó la línea base del costo.	Director del proyecto	DD/MM/AAAA	Se realiza el registro de control de cambios y el cliente asume los sobrecostos por la corrección requerida.

Fuente: Construcción del autor.